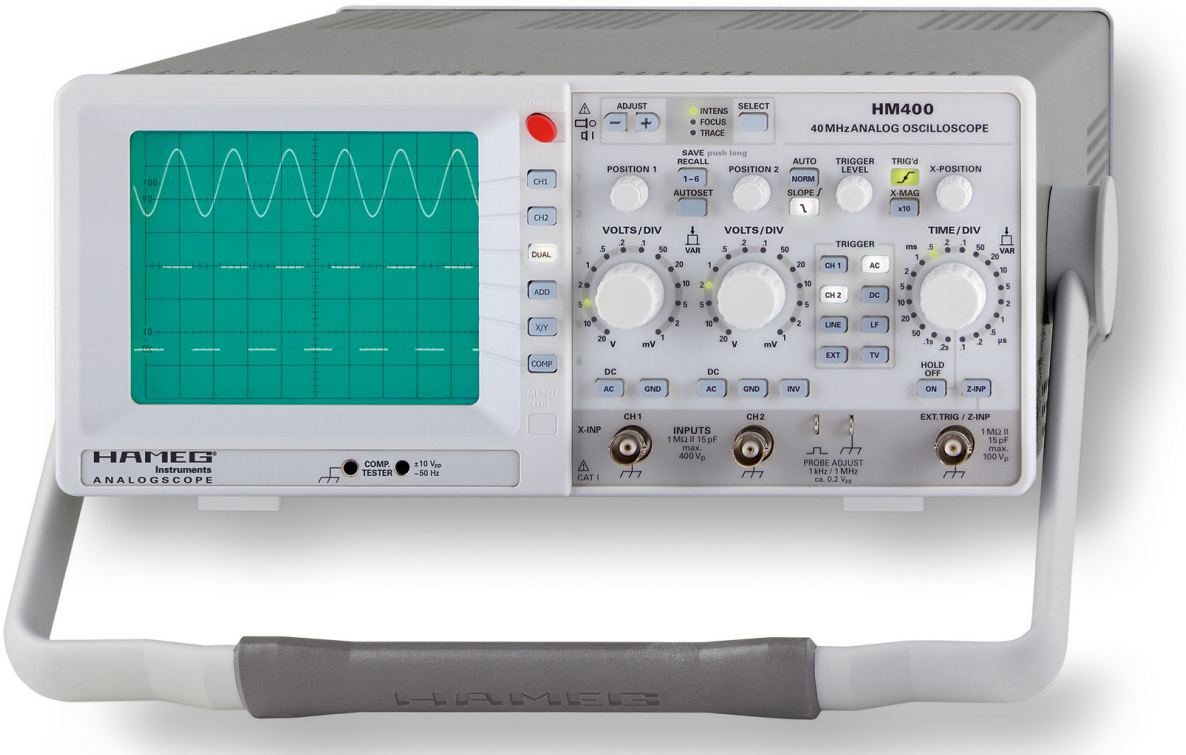
HAMEG Instruments
A Rohde & Schwarz Company

40 MHz Analog Oscilloscope HM400

Handbuch / Manual / Manual / Manuel

Deutsch / English / Español / Français



CE

Hersteller / Manufacturer / Fabricant: HAMEG Instruments GmbH, Industriestraße 6, D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:
Oszilloskop
Oscilloscope
Oscilloscope

Typ / Type / Type: **HM400**

mit / with / avec: **–**

Optionen / Options / Options: **–**

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées:

Sicherheit / Safety / Sécurité: EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:
Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

Störfestigkeit / Immunity / Imunitée: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date
31. 05. 2008

Unterschrift / Signature / Signatur

Holger Asmussen
Manager

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Messgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen, in denen unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.
Die am Messgerät notwendigerweise angeschlossenen Mess- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Messbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Messgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluss mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein. Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel ist das von HAMEG beziehbare doppelt geschirmte Kabel HZ72 geeignet.

2. Signalleitungen

Messleitungen zur Signalübertragung zwischen Messstelle und Messgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.
Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel-RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muss Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Messgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaus über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter Signalteile in das Messgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Messgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Messgerätes. Geringfügige Abweichungen des Messwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

4. Störfestigkeit von Oszilloskopen

4.1 Elektromagnetisches HF-Feld
Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder können durch diese Felder bedingte Überlagerungen des Messsignals sichtbar werden. Die Einkopplung dieser Felder kann über das Versorgungsnetz, Mess- und Steuerleitungen und/oder durch direkte Einstrahlung erfolgen. Sowohl das Messobjekt, als auch das Oszilloskop können hiervon betroffen sein.
Die direkte Einstrahlung in das Oszilloskop kann, trotz der Abschirmung durch das Metallgehäuse, durch die Bildschirmöffnung erfolgen. Da die Bandbreite jeder Messverstärkerstufe größer als die Gesamtbandbreite des Oszilloskops ist, können Überlagerungen sichtbar werden, deren Frequenz wesentlich höher als die –3dB Messbandbreite ist.

4.2 Schnelle Transienten / Entladung statischer Elektrizität
Beim Auftreten von schnellen Transienten (Burst) und ihrer direkten Einkopplung über das Versorgungsnetz bzw. indirekt (kapazitiv) über Mess- und Steuerleitungen, ist es möglich, dass dadurch die Triggerung ausgelöst wird. Das Auslösen der Triggerung kann auch durch eine direkte bzw. indirekte statische Entladung (ESD) erfolgen. Da die Signaldarstellung und Triggerung durch das Oszilloskop auch mit geringen Signalamplituden (<500µV) erfolgen soll, lässt sich das Auslösen der Triggerung durch derartige Signale (> 1kV) und ihre gleichzeitige Darstellung nicht vermeiden.

HAMEG Instruments GmbH

English 22
Español 40
Français 62

Deutsch

Konformitätserklärung 2

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung 2

40 MHz 2-Kanal Analog Oszilloskop HM400 4

Technische Daten 5

Wichtige Hinweise 5
Symbole 5
Aufstellung des Gerätes 5
Entfernen/Anbringen des Griffs 6
Sicherheit 6
CAT I 6
Räumlicher Anwendungsbereich 6
Umgebungsbedingungen 6
Wartung 6
Gewährleistung und Reparatur 7
Netzspannung 7

Kurzbeschreibung der Bedienelemente 7

Allgemeine Grundlagen 9
Art der Signalspannung 9
Größe der Signalspannung 9
Zeitwerte der Signalspannung 9
Anlegen der Signalspannung 9

Inbetriebnahme und Voreinstellungen 11
Strahldrehung TRACE 11
Tastkopf-Abgleich und Anwendung 11
Abgleich 1 kHz 11
Abgleich 1 MHz 12

Betriebsarten der Vertikalverstärker 12
XY-Betrieb 12
Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt) 13

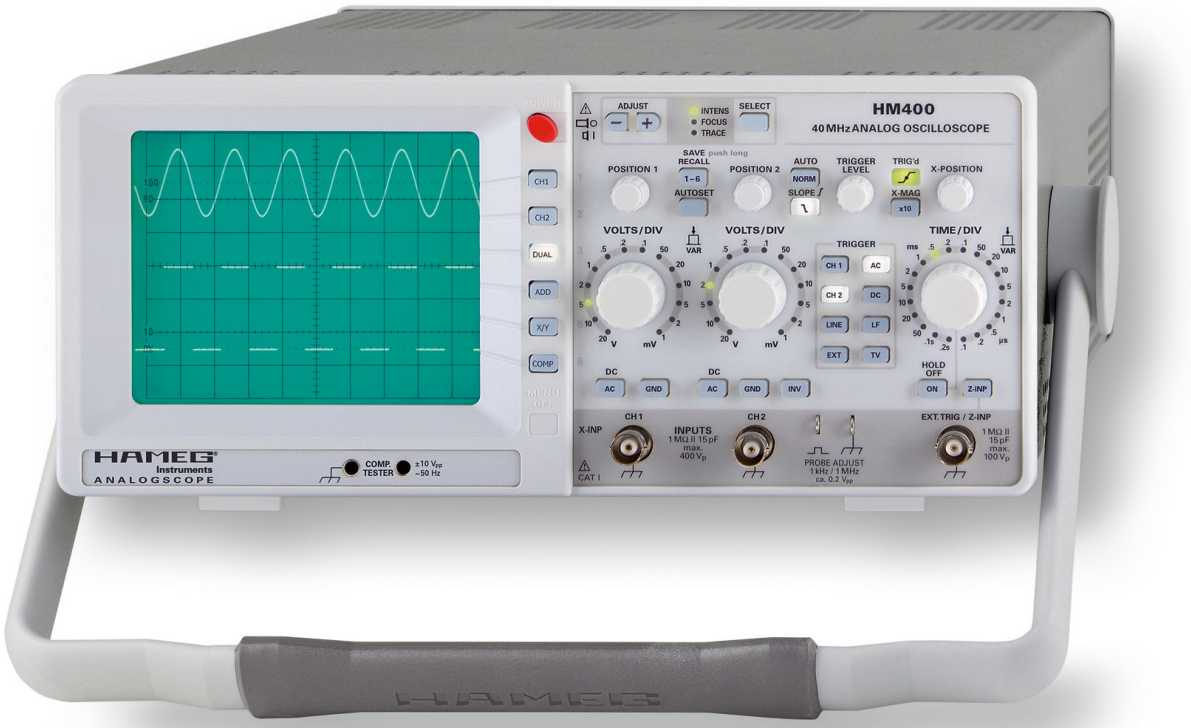
Triggerung und Zeitablenkung 13
Automatische Spitzenwert-Triggerung 13
Normaltriggerung 13
Flankenrichtung ⎍ ⎏ 14
Triggerkopplung 14
TV (Videosignal-Triggerung) 14
Bildsynchronimpuls-Triggerung 14
Zeilensynchronimpuls-Triggerung 15
Netztriggerung 15
Externe Triggerung 15
Triggeranzeige TRIG'd 15
Holdoff-Zeiteinstellung 15

AUTOSET 16

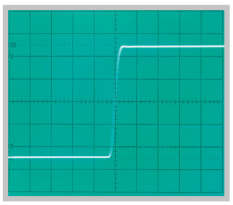
Komponenten-Test 16
Tests direkt in der Schaltung 17

Bedienelemente 17
[1] POWER 17
[2] ADJUST – / + (Tasten) 17
[3] Anzeige LEDs 17
[4] SELECT (Taste) 18
[5] POSITION 1 + POSITION 2 (Drehknöpfe) 18
[6] SAVE/RECALL (Taste) 18
[7] AUTOSET (Taste) 18
[8] AUTO / NORM (Taste) 18
[9] SLOPE (Taste) 18
[10] Trigger Level (Drehknopf) 18
[11] TRIG'd (LED) 19
[12] X-MAG / x10 (Taste) 19
[13] X-Position (Drehknopf) 19
[14] VOLTS/DIV; CH1 / CH2 (Drehknöpfe) 19
[15] TIME/DIV (Drehknopf) 19
[16] CH1 (Taste) 19
[17] CH2 (Taste) 19
[18] LINE (Taste) 19
[19] EXT (Taste) 20
[20] AC (Taste) 20
[21] DC (Taste) 20
[22] LF (Taste) 20
[23] TV (Taste) 20
[24] DC / AC; CH1 + CH2 (Tasten) 20
[25] GND; CH1+ CH2 (Tasten) 20
[26] INV (Taste) 20
[27] HOLD OFF / ON (Taste) 20
[28] Z-INP (Taste9 20
[29] INPUT CH1 + CH2 (BNC-Buchsen) 20
[30] Probe Adjust (Anschlusskontakte) 20
[31] EXT. TRIG / Z-INP (BNC-Buchse) 21
[32] Mode-Tasten 21
[33] COMP. TESTER (Buchsen) 21

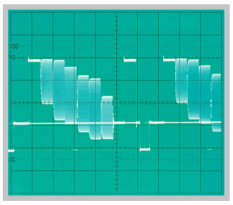
40 MHz Analog-Oszilloskop
HM400



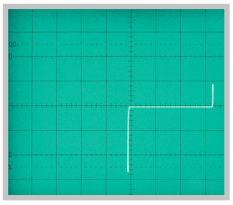
Keine Signalverfälschung durch Überschwingen



TV Videosignal auf Zeile getriggert



Kennlinie einer Z-Diode im Komponententest-Betrieb



- ☑ **Eingangsempfindlichkeit und Eingangsspannungsbereich in dieser Preisklasse unerreicht**
- ☑ 2 Kanäle mit Ablenkkoeffizienten 1 mV/Div...20 V/Div, variabel bis 50 V/Div
- ☑ Zeitbasis 0,2 s/Div...100 ns/Div, mit X-Dehnung bis 10 ns/Div
- ☑ Rauscharme Messverstärker mit hoher Impulswiedergabetreue und minimalem Überschwingen
- ☑ Sichere Triggerung von 0...50 MHz durch Spitzenwerttrigger ab 0,5 Div Signalhöhe (bis 80 MHz ab 1 Div)
- ☑ Autoset, Save/Recall Speicher für 6 Geräteeinstellungen
- ☑ Yt- und XY-Betrieb mit Z-Eingang zur Helligkeitsmodulation
- ☑ Bauelemente Charakterisierung mittels eingebautem Komponententester (Zweipol-Messung) im Service etc.
- ☑ Geringe Leistungsaufnahme, lüfterlos

Änderungen vorbehalten

40 MHz Analog-Oszilloskop HM400

Alle Angaben bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten.

Vertikalablenkung	
Betriebsarten:	Kanal 1 (CH1) oder Kanal 2 (CH2) einzeln Kanal 1 und 2 (alternierend oder chopped) Summe oder Differenz von CH 1 und CH 2
Invertierung:	CH 2
XY-Betrieb:	CH 1 (X) und CH 2 (Y)
Bandbreite (-3dB):	
DC, 5 mV/Div...20 V/Div:	0...40 MHz
AC, 5 mV/Div...20 V/Div:	2 Hz...40 MHz
DC, 1 mV/Div...2 mV/Div:	0...10 MHz
AC, 1 mV/Div...2 mV/Div:	2 Hz...10 MHz
Anstiegszeit (berechnet):	‹ 35 ns (1 mV/Div...2 mV/Div) ‹ 8,75 ns (5 mV/Div...20 V/Div)
Ablenkkoeffizienten:	Schaltfolge 1-2-5 ± 5% (1 mV/Div...2 mV/Div) ± 3% (5 mV/Div...20 V/Div)
Variabel (unkal.):	› 2,5:1 bis › 50 V/Div
Eingangsimpedanz:	1 MΩ II 15 pF
Eingangskopplung:	DC, AC, GND (Ground)
Max. Eingangsspannung:	400V (DC + Spitze AC)
Triggerung	
Automatik (Spitzenwert):	5 Hz...50 MHz (≥ 0,5 Div), 50 MHz...80 MHz (≥ 1 Div)
Normal mit Level-Einst.:	0...50MHz (≥ 0,5 Div), 50 MHz...80MHz (≥ 1 Div)
Flankenrichtung:	Steigend oder fallend
Quellen:	CH 1 oder 2, Netz und extern
Kopplung:	AC (5 Hz...80 MHz), DC (0...80 MHz), LF (0...1,5 kHz)
Triggeranzeige:	LED
Externer Trigger:	
Eingangsimpedanz:	1 MΩ II 15 pF
Triggersignal extern:	0,3 V_{ss} ≤ 5V, DC (0...50 MHz), AC (20 Hz...50 MHz)
Max. Eingangsspannung:	100 V (DC + Spitze AC)
Aktiver TV-Sync-Separator:	Bild und Zeile, +/-
Horizontalablenkung	
Zeitkoeffizient:	0,2 s/Div...100 ns/Div (Schaltfolge 1-2-5)
Genauigkeit:	± 3 %
Variabel (unkal.):	› 2,5 :1 bis › 1,25 s/Div
mit X-Dehnung x10:	bis 10 ns/Div
Genauigkeit:	± 5 %
Hold-off-Zeit:	bis ca. 10 :1 (variabel)
XY-Betrieb	
Bandbreite X-Verstärker:	0...2,5 MHz (-3 dB)
XY-Phasendifferenz ‹ 3°:	‹ 120 kHz
Bedienung / Anzeigen	
Manuell:	über Bedienungsknöpfe und Tasten
Autoset:	automatische Parametereinstellung
Save und Recall:	für 6 Geräteeinstellungen
Komponententester	
Testspannung:	ca. 7 V_{eff} (Leerlauf)
Teststrom:	max. 7 mA_{eff} (Kurzschluss)
Testfrequenz:	ca. 50 Hz
Testkabelanschluss:	2 Steckbuchsen 4 mm Ø Prüfkreis liegt einpolig an Masse (Schutzleiter)
Verschiedenes	
CRT:	D14-363GY, 8 x 10 Div mit Innenraster
Beschleunigungsspannung:	ca. 2 kV
Strahldrehung:	auf Frontseite einstellbar
Z-Eingang (Helligk.-Modulation, analog):	max. +5 V (TTL), 10 kHz
Probe ADJ Ausgang:	1 kHz / 1 MHz Rechtecksignal ca. 0,2 V_{ss} (tr ‹ 5 ns) für Tastkopfabgleich
Netzanschluss:	105/253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Leistungsaufnahme:	ca. 30 Watt bei 230 V/50 Hz
Schutzart:	Schutzklasse I (EN 61010-1)
Arbeitstemperatur:	+5 °C...+40 ° C
Lagertemperatur:	-20°C...+70°C
Max. rel. Luftfeuchtigkeit:	5%...80% (ohne Kondensation)
Abmessungen (B x H x T):	285 x 125 x 380 mm
Gewicht:	ca. 4,8 kg

Im Lieferumfang enthalten: Netzkabel, Bedienungsanleitung, 2 Tastköpfe 1:1/10:1 (HZ154) mit LF/HF Abgleich

Wichtige Hinweise

Sofort nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Inneren überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht in Betrieb gesetzt werden.

Symbole

Bedienungsanleitung beachten

Hochspannung

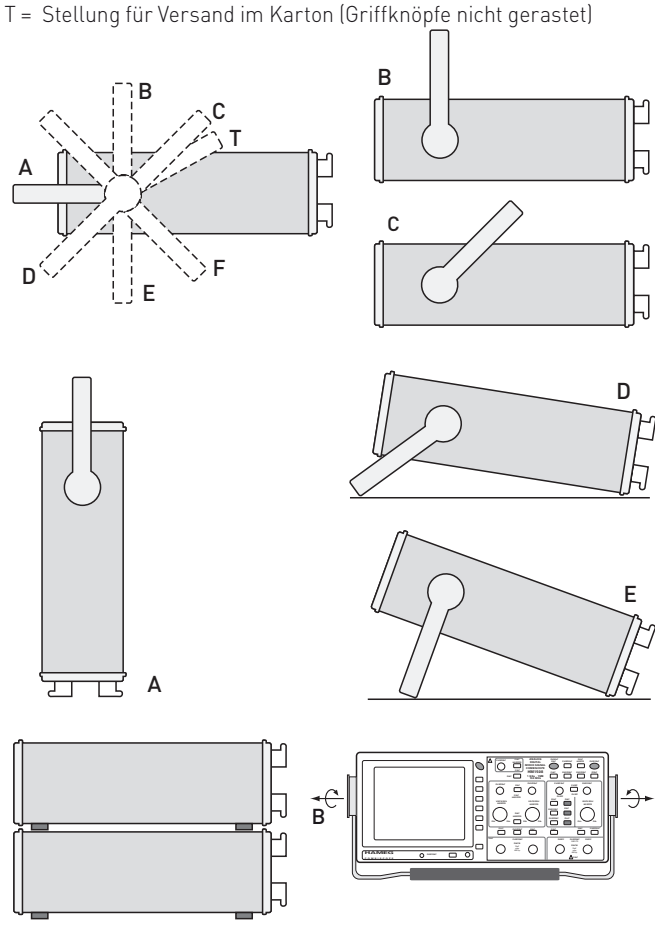
Hinweis unbedingt beachten!

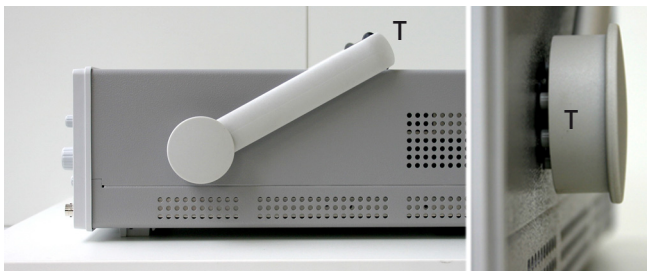
Erde

Aufstellung des Gerätes

Wie den Abbildungen zu entnehmen, lässt sich der Gerätegriff in verschiedene Positionen schwenken:

A = Trageposition
B = Position, in der der Griff entfernt werden kann, aber auch für waagrechtes Tragen
C = Waagrechte Betriebsstellung
D und E = Betriebsstellungen mit unterschiedlichem Winkel
F = Position zum Entfernen des Griffs
T = Stellung für Versand im Karton (Griffknöpfe nicht gerastet)





Um eine Änderung der Griffposition vorzunehmen, muss das Oszilloskop so aufgestellt sein, dass es nicht herunterfallen kann, also z.B. auf einem Tisch stehen. Dann müssen die Griffknöpfe zunächst auf beiden Seiten gleichzeitig nach Außen gezogen und in Richtung der gewünschten Position geschwenkt werden. Wenn die Griffknöpfe während des Schwenkens nicht nach Außen gezogen werden, können sie in die nächste Raststellung einrasten.

Montage/Demontage des Gerätegriffs

Abhängig vom Gerätetyp kann der Griff in Stellung B oder F entfernt werden, in dem man ihn weiter herauszieht. Das Anbringen des Griffs erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte gebaut und geprüft. Das Gerät hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft. Das Oszilloskop darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig.

Die meisten Elektronenröhren generieren Gammastrahlen. Bei diesem Gerät bleibt die Ionendosisleistung weit unter dem gesetzlich zulässigen Wert von 36 pA/kg.

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Gebrauch zu sichern.
Diese Annahme ist berechtigt,
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr funktioniert,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind.

Aus Sicherheitsgründen darf das Oszilloskop nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

CAT I

Dieses Oszilloskop ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbunden sind. Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III oder IV sind unzulässig! Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben wird. Es ist auch möglich mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche die Anforderungen der Schutzklasse II erfüllen, quasi indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

Messkategorien
Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten auf dem Netz. Transienten sind kurze, sehr schnelle (steile) Spannungs- und Stromänderungen, die periodisch und nicht periodisch auftreten können. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungs-Installation ist.
Messkategorie IV: Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (z.B. an Zählern).
Messkategorie III: Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).
Messkategorie II: Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)
Messkategorie I: Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

Räumlicher Anwendungsbereich

Das Oszilloskop ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe.

Umgebungsbedingungen

Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebs reicht von +5°C bis +40°C. Während der Lagerung oder des Transports darf die Temperatur zwischen –20°C und +70°C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden.

Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.

Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von mind. 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23°C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Wartung

Vor Beginn der Wartung muss das Gerät vom Netzanschluss getrennt werden!

Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem Staubpinsel gereinigt werden. Hartnäckiger Schmutz an Gehäuse und Griff, den Kunststoff- und Aluminiumteilen lässt sich mit einem angefeuchteten Tuch (Wasser +1% Entspannungsmittel) entfernen. Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petroläther) benutzt werden. Die Sichtscheibe darf nur mit Wasser oder Waschbenzin (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gereinigt werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben.

Nach der Reinigung sollte sie mit einer handelsüblichen antistatischen Lösung, geeignet für Kunststoffe, behandelt werden. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Gewährleistung und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test". Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind.

Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das HAMEG-Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das HAMEG-Produkt erworben haben.

Nur für die Länder der EU:
Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der EU die Reparaturen auch direkt mit HAMEG abwickeln. Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):
Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: http://www.hameg.com oder Fax eine RMA-Nummer an. Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Service (Tel: +49 (0) 6182 800 500, E-Mail: service@hameg.com) bestellen.

Netzspannung

Das Gerät arbeitet mit 50 und 60 Hz Netzwechselspannungen im Bereich von 105 V bis 253 V. Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen.

Die Netzeingangssicherungen sind von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherungen darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Mit einem geeigneten Schraubenzieher (Klingenbreite ca. 2 mm) werden die an der linken und rechten Seite des Sicherungshalters befindlichen Kunststoffarretierungen nach innen gedrückt. Der Ansatzpunkt ist am Gehäuse mit zwei schrägen Führungen markiert. Beim Entriegeln wird der Sicherungshalter durch Druckfedern nach außen gedrückt und kann entnommen werden. Die Sicherungen können dann entnommen und ersetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass die zur Seite herausstehenden Kontaktfedern nicht verbogen werden. Das Einsetzen des Sicherungshalters ist nur möglich, wenn der Führungssteg zur Buchse zeigt. Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis beide Kunststoffarretierungen einrasten. Die Verwendung „geflickter" Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstandene Schäden fallen nicht unter die Gewährleistung.

Sicherungstype:
Größe 5 x 20 mm; 250V~, C;
IEC 127, Bl. III; DIN 41 662
(evtl. DIN 41 571, Bl. 3).
Abschaltung: träge (T) 0,8A.

Kurzbeschreibung der Bedienelemente

Seite

1 **POWER** (Taste) – Netz, Ein/Aus 17

2 **ADJUST – / +** (Tasten) 17
Änderung diverser Einstellungen (– = Verminderung; + = Erhöhung) je nach Auswahl mit der Taste SELECT 4.

3 **Anzeige-LEDs** 17
INTENS: LED leuchtet, wenn mit der Taste SELECT 4 die Helligkeitseinstellung (Intensität) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.
FOCUS: LED leuchtet, wenn mit der Taste SELECT 4 die Strahlschärfeeinstellung (Fokus) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.
TRACE: LED leuchtet, wenn mit der Taste SELECT 4 die Strahldrehung (Trace) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde.

4 **SELECT** (Taste) 18
Änderung diverser Einstellungen für den Kathodenstrahl (z.B. Intensität, Focus, Strahldrehung) mit den Tasten ADJUST 2; die entsprechende LED 3 leuchtet.

5 **POSITION 1 + POSITION 2** (Drehknöpfe) 18
Positionsänderungen der Signaldarstellung von Kanal 1 bzw. Kanal 2.

6 **SAVE / RECALL** (Taste mit LED-Anzeige) 18
Bietet den Zugriff auf den Setup-Speicher für Geräteeinstellungen in Verbindung mit den Mode Tasten 32.

7 **AUTOSET** (Taste) 18
Ermöglicht eine sinnvolle, signalbezogene, automatische Geräteeinstellung.

8 **AUTO / NORM** (Taste mit LED-Anzeige) 18
Auswahl zwischen Automatischer Triggerung (AUTO) und Normal-Triggerung (NORM). In Verbindung mit Normal-Triggerung leuchtet die Taste. Automatische Triggerung liegt vor, wenn die Taste nicht leuchtet.

9 **SLOPE** (Taste mit LED-Anzeige) 18
Ermöglicht die Triggerung auf steigende (⎍) oder fallende (⎍) Signalflanken. Bei der Triggerung auf fallende Signalflanken leuchtet die Taste. Bei der Triggerung auf steigene Signalflanken leuchtet die Taste nicht.

10 **TRIGGER LEVEL** (Drehknopf) 18
Triggerpegel-Einstellung für die Zeitbasis

11 **TRIG'd** (LED) 19
Anzeige leuchtet, wenn das Triggersignal die Triggerbedingungen erfüllt.

12 **X-MAG / x10** (Taste mit LED-Anzeige) 19
Es erfolgt eine Dehnung der X-Achse um den Faktor 10 mit gleichzeitiger Änderung der Ablenkkoeffizienten-Anzeige.
Die Dehnung der X-Achse wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

13 **X-POSITION** (Drehknopf) 19
Ändert die X-Position der Zeitlinie.

14 **VOLTS/DIV** (Drehknöpfe; CH1 + CH2) 19
Y-Ablenkkoeffizienten-Einsteller sowie Y-Fein-(VAR)-Einsteller für die Kanäle 1 bzw. 2. Aktivierung der Fein-Einstellung durch

Drücken des Drehknopfs. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.

15 **TIME/DIV** (Drehknopf) 19
Einsteller für den X-Ablenkkoeffizienten der Zeitbasis sowie Zeit-Feinsteller (VAR) durch Drücken vom Drehknopf. Bei Zeit-Fein-Einstellung blinkt die X-Ablenkkoeffizienten-Anzeige. Wenn eine Holdoff-Zeit eingeschaltet ist, kann mit dem TIME/DIV Drehknopf auch eine Holdoff-Zeit eingestellt werden (siehe unter Taste 27).

16 **CH1** (Taste mit LED-Anzeige) 19
Auswahl von Kanal 1 (CH1) als Triggerquelle. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

17 **CH2** (Taste mit LED-Anzeige) 19
Auswahl von Kanal 2 (CH2) als Triggerquelle. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

18 **LINE** (Taste mit LED-Anzeige) 19
Auswahl der Netztriggerung. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

19 **EXT** (Taste mit LED-Anzeige) 20
Auswahl der externen Triggerung. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

20 **AC** (Taste mit LED-Anzeige) 20
Auswahl der AC Triggerkopplung (Wechselspannungsankopplung). Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

21 **DC** (Taste mit LED-Anzeige) 20
Auswahl der DC Triggerkopplung (Gleichspannungsankopplung). Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

22 **LF** (Taste mit LED-Anzeige) 20
Auswahl der LF Triggerkopplung. Ankopplung des Triggersignals über einen Tiefpass. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

23 **TV** (Taste mit LED-Anzeige) 20
Auswahl der TV-Signaltriggerung für Videosignale. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt.

24 **DC / AC** (Tasten mit LED-Anzeige für CH1 + CH2) 20
Auswahl der DC- oder AC-Eingangskopplung (Gleich- / Wechselspannungskopplung) von Kanal 1 bzw. 2. Bei AC Eingangskopplung leuchtet die jeweilige Taste.

25 **GND** (Tasten mit LED-Anzeige für CH1 + CH2) 20
Abschalten des Signaleingangs (internes Verbinden mit GND = Ground) der Kanäle 1 bzw. 2. Bei abgeschaltetem Eingang leuchtet die jeweilige Taste.

26 **INV** (Taste mit LED-Anzeige; CH2) 20
Invertieren der Signaldarstellung von Kanal 2 (CH2). Bei aktivierter Invertierung leuchtet die Taste.

27 **HOLD OFF / ON** (Taste mit LED-Anzeige) 20
Einschalten einer Holdoff-Zeit. Wenn eine Holdoff-Zeit eingeschaltet ist, leuchtet die Taste und es kann eine Holdoff-Zeit mit dem TIME/DIV-Drehknopf 15 eingestellt werden.

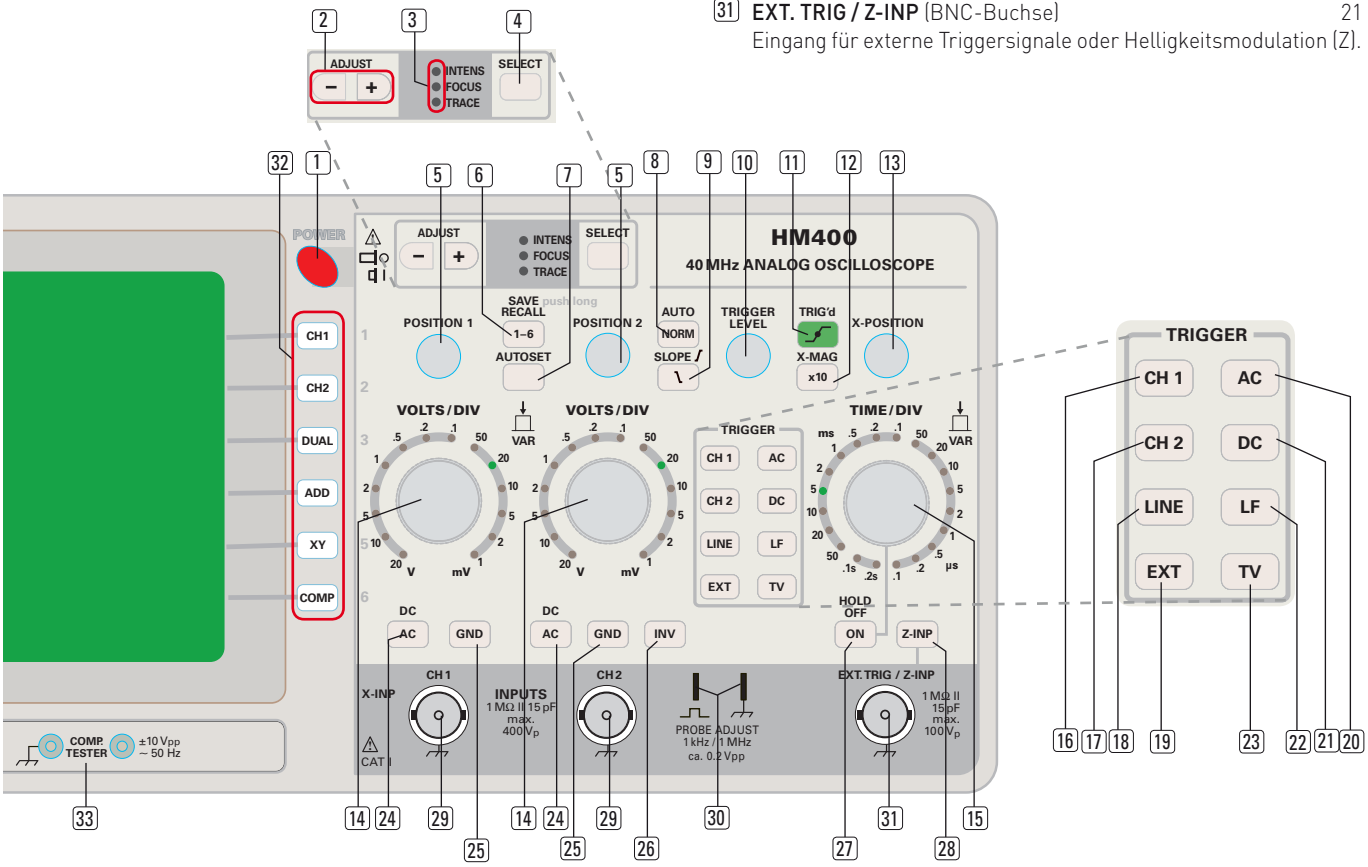
28 **Z-INP** (Taste mit LED-Anzeige) 20
Einschalten des externen Helltasteingangs 31 zur Helligkeitsmodulation (Z). Bei eingeschaltetem Helltasteingang leuchtet die Taste.

29 **INPUT CH1 + CH2** (BNC-Buchsen) 20
Signaleingang Kanal 1 bzw. 2 und Eingang für Horizontalablenkung (X) im XY-Betrieb = CH1.

30 **PROBE ADJUST** ⎍ (Anschlusskontakt) 20
Signalausgang mit Rechtecksignal 1 kHz / 1 MHz zur Frequenz-Kompensation von Tastköpfen mit Teilungsfaktor.

PROBE ADJUST ⏚ (Anschlusskontakt) 21
Masseanschluss des Signalausgangs

31 **EXT. TRIG / Z-INP** (BNC-Buchse) 21
Eingang für externe Triggersignale oder Helligkeitsmodulation (Z).



32 **Modus-Wahltasten mit LED-Anzeige** 21
CH1: Aktivieren des Signaleingangs Kanal 1 (CH1) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 1 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.

CH2: Aktivieren des Signaleingangs Kanal 2 (CH2) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 2 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.

DUAL: Aktivieren der Vertikalbetriebsart DUAL (Zweikanalbetrieb) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 3 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.

ADD: Aktivieren der Vertikalbetriebsart ADD (Additionsbetrieb) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 4 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.

XY: Aktivieren der Vertikalbetriebsart XY (-Betrieb) oder Zugriff auf den Setup-Speicher 5 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.

COMP: Einschalten des COMPONENT-Testers oder Zugriff auf den Setup-Speicher 6 für Geräteeinstellungen. Die Aktivierung wird durch die leuchtende bzw. blinkende Taste angezeigt.

33 **COMP. TESTER** (2 Buchsen mit Ø 4 mm) 21
Anschluss der Testkabel für den Componenten-Tester. Linke Buchse (Massebuchse) ist galvanisch mit dem Netzschutzleiter verbunden.

Allgemeine Grundlagen

Art der Signalspannung

Das Oszilloskop HM400 erfasst im Echtzeitbetrieb praktisch alle sich repitierend wiederholenden Signalarten (Wechselspannungen) mit Frequenzen bis mindestens 40 MHz (–3 dB) und Gleichspannungen. Der Vertikalverstärker ist so ausgelegt, dass die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflusst wird.

Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Beim Messen ist ein ab ca. 14 MHz zunehmender Messfehler zu berücksichtigen, der durch Verstärkungsabfall bedingt ist. Bei ca. 25 MHz beträgt der Abfall etwa 10%, der tatsächliche Spannungswert ist dann ca. 11% größer als der angezeigte Wert. Wegen der differierenden Bandbreiten der Vertikalverstärker (–3 dB zwischen 40 MHz und 45 MHz) ist der Messfehler nicht ganz exakt definierbar.

Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, dass auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muss deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Bei der Auswertung solcher Signale ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen.

Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z.B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u.U. eine Veränderung der HOLD OFF-Zeit erforderlich. Fernseh-Video-Signale (FBAS-Signale) sind mit Hilfe des aktiven TV-Sync-Separators leicht triggerbar.

Die zeitliche Auflösung ist unproblematisch. Beispielsweise wird bei 40 MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit mit Dehnung x10 (10 ns/DIV) eine Signalperiode über 2,5 DIV geschrieben.

Für den wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker kann jeder Vertikalverstärker-Eingang mit AC- oder DC-Kopplung betrieben werden (DC = direct current; AC = alternating current). Mit Gleichstromkopplung DC kann auch bei sehr niedrigen Frequenzen gemessen werden bzw. es kann so auch der Gleichspannungsanteil der Signalspannung erfasst werden. Unbedingt sollte mit vorgeschaltetem Tastteiler gemessen werden.

Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung (Wechselstrom) des Vertikalverstärkers störende Dachschrägen auftreten (AC-Grenzfrequenz ca. 1,6 Hz für –3 dB). In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die DC-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muss vor den Eingang des auf DC-Kopplung geschalteten Messverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muss eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. DC-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impulssignalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärts bewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit DC-Kopplung gemessen werden. Die gewählte Eingangskopplung wird mit einer leuchtenden Taste angezeigt (siehe „Bedienelemente").

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss}-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Dieser entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung, so wie die Spannung auf dem Bildschirm angezeigt wird.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muss der sich für V_{ss} ergebende Wert durch 2 x √2 = 2,83 dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, dass in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied zu V_{ss} haben. Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 DIV hohes Bild beträgt 1 mV_{ss} (±5%), wenn der Ablenkkoeffizient 1 mV ausgewählt ist und die Feineinstellung kalibriert ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die möglichen Ablenkkoeffizienten sind in mV_{ss}/DIV oder V_{ss}/DIV angegeben.

Für Amplitudenmessungen muss sich die Feineinstellung in ihrer kalibrierten Stellung befinden. Unkalibriert kann die Ablenkempfindlichkeit kontinuierlich verringert werden (siehe „Bedienelemente"). So kann jeder Zwischenwert innerhalb der 1-2-5 Abstufung des Teilerschalters eingestellt werden. Ohne Tastteiler sind damit Signale bis ca. 400 V_{ss} darstellbar (Ablenkkoeffizient 20 V/DIV x Feineinstellung 2,5:1 x Rasterhöhe 8 DIV).

Soll die Größe der Signalspannung ermittelt werden, genügt es ihre in DIV ablesbare Signalhöhe mit dem angezeigten (kalibrierten) Ablenkkoeffizienten zu multiplizieren.

Ohne Tastteiler darf die Spannung am Y-Eingang 400 V (unabhängig von der Polarität) nicht überschreiten.

Ist das zu messende Signal eine Wechselspannung, die einer Gleichspannung überlagert ist (Mischspannung), beträgt der maximal zulässige Gesamtwert beider Spannungen (Gleichspannung und einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) ebenfalls + bzw. –400 V. Wechselspannungen, deren Mittelwert Null ist, dürfen maximal 800 V_{ss} betragen.

Beim Messen mit Tastteilern sind deren möglicherweise höheren Grenzwerte nur dann maßgebend, wenn DC-Eingangskopplung am Oszilloskop vorliegt.

Liegt eine Gleichspannung am Eingang an und ist die Eingangskopplung auf AC geschaltet, gilt der niedrigere Grenzwert des Oszilloskopeingangs (400 V). Der aus dem Widerstand im Tastkopf und dem 1MΩ Eingangswiderstand des Oszilloskops bestehende Spannungsteiler ist durch den bei AC-Kopplung dazwischen geschalteten Eingangs-Kopplungskondensator für Gleichspannungen unwirksam. Gleichzeitig wird dann der Kondensator mit der ungeteilten Gleichspannung belastet. Bei Mischspannungen ist zu berücksichtigen, dass bei AC-Kopplung deren Gleichspannungsanteil ebenfalls nicht geteilt wird, während der Wechselspannungsanteil einer frequenzabhängigen Teilung unterliegt. Diese frequenzabhängige Teilung ist durch den kapazitiven Widerstand des Koppelkondensators bedingt. Bei Frequenzen ≥40 Hz kann vom Teilungsverhältnis des Tastteilers ausgegangen werden.

Unter Berücksichtigung der zuvor erläuterten Bedingungen können mit HAMEG Tastteilern des Typs HZ154 (10:1 Teilerverhältnis) Gleichspannungen bis 400 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 800 V_{ss} gemessen werden. Mit Spezialtastteilern 100:1 (z.B. HZ53) lassen sich Gleichspannungen bis 1200 V bzw. Wechselspannungen (mit Mittelwert Null) bis 2400 V_{ss} messen. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ53). Mit einem Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, dass der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann.

Soll jedoch z.B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22-68 nF) vorzuschalten.
Mit der auf GND geschalteten Eingangskopplung und dem POSITION-Einsteller kann vor der Messung eine horizontale Rasterlinie als Referenzlinie für Massepotential eingestellt werden. Sie kann beliebig zur horizontalen Mittellinie eingestellt werden, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen des Massepotentials zahlenmäßig erfasst werden sollen.

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel handelt es sich in der Oszilloskopie um zeitlich wiederkehrende Spannungsverläufe, im folgenden Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung (TIME/DIV.) können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten werden mit LED's rund um den TIME/DIV-Drehknopf angezeigt und in ms/DIV, µs/DIV und s/DIV angegeben.

Soll die Dauer eines Signals ermittelt werden, genügt es seine in DIV ablesbare Dauer mit dem angezeigten (kalibrierten) Ablenkkoeffizienten zu multiplizieren. Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, kann man mit gedehntem Zeitmaßstab (X-MAG x10) arbeiten.

Durch Drehen des HORIZONTAL-Knopfes kann der interessierende Zeitabschnitt in die Mitte des Bildschirms geschoben werden. Das Systemverhalten einer Impulsspannung wird durch deren Anstiegszeit bestimmt. Impulsanstiegs-/Abfallzeiten werden zwischen dem 10%- und 90%-Wert ihrer vollen Amplitude gemessen.

Anlegen der Signalspannung

Ein kurzes Drücken der AUTOSET-Taste genügt, um automatisch eine sinnvolle, signalbezogene Geräteeinstellung zu erhalten (siehe AUTOSET). Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf spezielle Anwendungen, die eine manuelle Bedienung erfordern. Die Funktion der Bedienelemente wird im Abschnitt „Bedienelemente" beschrieben.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Vertikaleingang!

Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte der Schalter für die Signalkopplung zunächst immer auf AC und der Eingangsteilerschalter auf 20 V/DIV stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, dass die Signalamplitude viel zu groß ist und den Vertikalverstärker völlig übersteuert. Dann ist der Ablenkkoeffizient zu erhöhen (niedrigere Empfindlichkeit), bis die vertikale Auslenkung nur noch 3 bis 8 DIV hoch ist. Bei kalibrierter Amplitudenmessung und mehr als 160 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten, dessen Spannungsfestigkeit dem zu messenden Signal genügen muss. Ist die Periodendauer des Messsignals wesentlich länger als der eingestellte Zeit-Ablenkkoeffizient, verdunkelt sich der Strahl. Dann sollte der Zeit-Ablenkkoeffizient vergrößert werden.

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Messkabel, wie z.B. HZ32 und HZ34 direkt, oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der genannten Messkabel an hochohmigen Messobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niedrigen, sinusförmigen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muss die Mess-Spannungsquelle niederohmig, d.h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50 Ω) angepasst sein.

Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50-Ω-Kabels, wie z.B. HZ34, ist hierfür von HAMEG der 50-Ω-Durchgangsabschluss HZ22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit werden ohne Abschluss an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar. Auch höherfrequente (>100 kHz) Sinussignale dürfen generell nur impedanzrichtig abgeschlossen gemessen werden. Im allgemeinen halten Verstärker, Generatoren oder ihre Abschwächer die Nenn-Ausgangsspannung nur dann frequenzunabhängig ein, wenn ihre Anschlusskabel mit dem vorgeschriebenen Widerstand abgeschlossen wurden.

Dabei ist zu beachten, dass man den Abschlusswiderstand HZ22 nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10 V_{eff} oder – bei Sinussignal – mit 28,3 V_{ss} erreicht.

Wird ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet, ist kein Abschluss erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlusskabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepasst. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10 MΩ II 12pF bei 10:1 Teilern bzw. 100 MΩ II 5pF bei 100:1 Teilern). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Vertikalverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muss ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe Tastkopf-Abgleich).

Standard-Tastteiler am Oszilloskop verringern mehr oder weniger dessen Bandbreite; sie erhöhen die Anstiegszeit. In allen Fällen, bei denen die Oszilloskop-Bandbreite voll genutzt werden muss (z.B. für Impulse mit steilen Flanken), raten wir dringend dazu, die Tastköpfe HZ51 (10:1), HZ52 (10:1 HF) und HZ154 (1:1 und 10:1) zu benutzen. Das erspart u.U. die Anschaffung eines Oszilloskops mit größerer Bandbreite und hat den Vorteil, dass defekte Einzelteile bei HAMEG bestellt und selbst ausgewechselt werden können. Die genannten Tastköpfe haben zusätzlich zur niederfrequenten Kompensationseinstellung einen HF-Abgleich. Damit ist mit Hilfe eines auf 1MHz umschaltbaren Generators, eine Gruppenlaufzeitkorrektur an der oberen Grenzfrequenz des Oszilloskops möglich. Tatsächlich werden mit diesen Tastkopf-Typen Bandbreite und Anstiegszeit des HM400 kaum merklich geändert und die

Wiedergabetreue der Signalform u.U. sogar noch verbessert. Auf diese Weise könnten spezifische Mängel im Impuls-Übertragungsverhalten nachträglich korrigiert werden.

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muss bei Spannungen über 400V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden.

Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig. Impulse können Dachschräge zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt, belasten aber den betreffenden Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 400V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1200V (DC + Spitze AC) hat.

Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein Kondensator entsprechender Kapazität und Spannungsfestigkeit vor den Tastteiler geschaltet werden (z.B. zur Brummspannungsmessung). Bei allen Tastteilern ist die zulässige Eingangswechselspannung oberhalb von 20kHz frequenzabhängig begrenzt. Deshalb muss die ,,Derating Curve" des betreffenden Tastteilertyps beachtet werden.

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Messpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Messergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

Beim Anschluss eines Tastteiler-Kopfes an eine BNC-Buchse, sollte ein BNC-Adapter benutzt werden. Damit werden Masse- und Anpassungsprobleme eliminiert.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Messkreis (speziell bei einem kleinen Y-Ablenkkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Messkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z.B. Signalgeneratoren mit Störschutzkondensatoren).

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muss die Verbindung zwischen Schutzleiteranschluss und dem Netz-Schutzleiter vor jeglichen anderen Verbindungen hergestellt sein (Netzstecker also vorher anschließen).

Mit der roten Netztaste POWER [1] wird das Gerät in Betrieb gesetzt, dabei leuchten zunächst mehrere Anzeigen auf. Das Oszilloskop führt dann einen Selbsttest durch. Treten dabei Fehler auf, ertönen 5 kurze akustische Signale. In diesem Fall wird empfohlen das Oszilloskop zur Überprüfung in eine Service Werkstatt zu senden. Nach dem Selbsttest übernimmt das Oszilloskop die Einstellungen, welche beim vorhergehenden Ausschalten vorlagen.

Wird nach ca. 20 Sekunden Aufheizzeit kein Strahl sichtbar, sollte die AUTOSET-Taste [7] betätigt werden. Ist die Zeitlinie sichtbar, kann mit den ADJUST-Tasten + / – [2] und der Taste SELECT [4] die geeignete Helligkeit und maximale Schärfe eingestellt werden. Dabei sollte die Eingangskopplung auf GND (ground = Masse) geschaltet sein. Der Eingang ist dann abgeschaltet. Damit ist sichergestellt, dass keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Strahlintensität gearbeitet werden, die Messaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei stehendem, punktförmigen Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Es wird empfohlen, vor Beginn der Arbeiten die Taste AUTOSET zu drücken. Im Bedienfeld TRIGGER sollte die Taste AC und CH1 (Kanal 1) ausgewählt sein (bzw. leuchten).

Strahldrehung TRACE

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahllage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist möglich (siehe Bedienelemente).

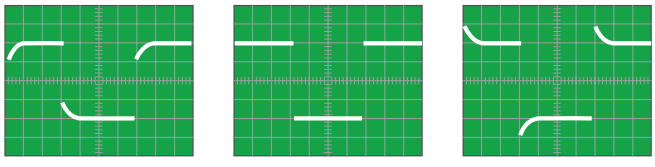
Tastkopf-Abgleich und Anwendung

Damit der verwendete Tastteiler die Form des Signals unverfälscht wiedergibt, muss er genau an die Eingangsimpedanz des Vertikalverstärkers angepasst werden. Ein im HM400 eingebauter Generator liefert hierzu ein Rechtecksignal mit sehr kurzer Anstiegszeit (<5ns am ca. 0,2 Vss-Ausgang) dessen Frequenz mit dem TIME/DIV Drehknopf umschaltbar ist (siehe auch unter „Bedienelemente"). Das Rechtecksignal kann den beiden Anschlusskontakten unterhalb des Bedienfeldes entnommen werden. Die Anschlusskontakte liefern ca. 0,2 V_{ss} für Tastteiler 10:1. Diese Spannung entspricht einer Bildschirmamplitude von ca. 4 DIV Höhe, wenn der Eingangsteilerschalter auf den Ablenkkoeffizienten 5 mV/DIV eingestellt ist.

Abgleich 1 kHz

Dieser C-Trimmerabgleich (NF-Kompensation) kompensiert die kapazitive Belastung des Oszilloskop-Eingangs. Durch den Abgleich bekommt die kapazitive Teilung dasselbe Teilerverhältnis wie die ohmsche Spannungsteilung. Dann ergibt sich bei hohen und niedrigen Frequenzen dieselbe Spannungsteilung wie für Gleichspannung. Für Tastköpfe 1:1 oder auf 1:1 umgeschaltete Tastköpfe ist dieser Abgleich weder nötig noch möglich. Voraussetzung für den Abgleich ist die Parallelität der Strahllinie mit den horizontalen Rasterlinien (siehe ,,Strahldrehung TRACE").

Tastteiler 10:1 an den INPUT CH1-Eingang anschließen, keine Taste drücken, Eingangskopplung auf DC stellen, mit Eingangsteiler (VOLTS/DIV) ca. 4 DIV Signalhöhe (5 mV/DIV bei 10:1 Teilerverhältnis) einstellen und TIME/DIV.-Schalter auf 0,2 ms/DIV schalten (beide kalibriert), Tastkopf an den PROBE ADJUST-Anschlusskontakt anklemmen (siehe Abbildung).



falsch **richtig** **falsch**

Auf dem Bildschirm sind 2 Signalperioden zu sehen. Nun ist der NF-Kompensationstrimmer abzugleichen, dessen Lage der Tastkopfinformation zu entnehmen ist.

Mit dem beigegebenen Isolierschraubendreher ist der Trimmer so abzugleichen, bis die oberen Dächer des Rechtecksignals exakt parallel zu den horizontalen Rasterlinien stehen (siehe Bild 1 kHz). Dann sollte die Signalhöhe ca. 4 DIV ±0,12 DIV (= 3%) sein. Die Signalflanken sind in dieser Einstellung unsichtbar.

Abgleich 1 MHz

Die mitgelieferten Tastköpfe besitzen Entzerrungsglieder, mit denen es möglich ist, den Tastkopf im Bereich der oberen Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers optimal abzugleichen.

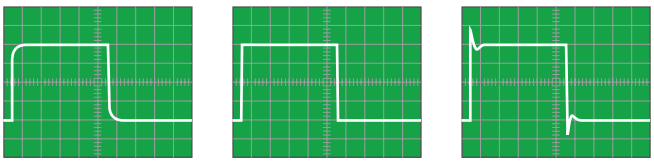
Nach diesem Abgleich erhält man nicht nur die maximal mögliche Bandbreite im Tastteilerbetrieb, sondern auch eine weitgehend konstante Gruppenlaufzeit am Bereichsende. Dadurch werden Einschwingverzerrungen (wie Überschwingen, Abrundung, Nachschwingen, Löcher oder Höcker im Dach) in der Nähe der Anstiegsflanke auf ein Minimum begrenzt.

Voraussetzung für diesen HF-Abgleich ist ein Rechteckgenerator mit kleiner Anstiegszeit (typisch 5 ns) und niederohmigem Ausgang (ca. 50 Ω), der bei einer Frequenz von 1MHz eine Spannung von 0,2 V_{ss} abgibt. Der PROBE ADJUST-Ausgang des Oszilloskops erfüllt diese Bedingungen, wenn 1 MHz als Signalfrequenz gewählt wurde.

Tastteiler 10:1 an den Eingang anschließen, auf den bezogen der Tastkopf kompensiert werden soll. PROBE ADJUST-Signal 1 MHz mit dem TIME/DIV Drehknopf wählen (siehe auch unter „Bedienelemente"), Eingangskopplung auf DC, Eingangsteiler (VOLTS/DIV) auf 5mV/DIV und Zeitbasis (TIME/DIV) auf 100 ns/DIV stellen (beide kalibriert). Tastkopf an den PROBE ADJUST-Anschlusskontakt anklemmen. Auf dem Bildschirm ist ein Spannungsverlauf zu sehen, dessen Rechteckflanken jetzt auch sichtbar sind. Nun wird der HF-Abgleich durchgeführt. Dabei sollte man die Anstiegsflanke und die obere linke Impuls-Dachecke beachten.Auch die Lage der Abgleichelemente für die HF-Kompensation ist der Tastkopfinformation zu entnehmen.

Die Kriterien für den HF-Abgleich sind:
- Kurze Anstiegszeit, also eine steile Anstiegsflanke.
- Minimales Überschwingen mit möglichst geradlinigem Dach, somit ein linearer Frequenzgang.

Die HF-Kompensation sollte so vorgenommen werden, dass der Übergang von der Anstiegsflanke auf das Rechteckdach weder zu stark verrundet, noch mit Überschwingen erfolgt. Nach beendetem HF-Abgleich ist auch bei 1 MHz die Signalhöhe am Bildschirm zu kontrollieren. Sie soll denselben Wert haben, wie zuvor beim 1 kHz-Abgleich.



falsch richtig falsch

Es wird darauf hingewiesen, dass die Reihenfolge erst 1 kHz, dann 1 MHz-Abgleich einzuhalten ist, aber nicht wiederholt werden muss, und dass die Generator-Frequenzen 1 kHz und 1 MHz nicht zur Zeit-Eichung (aufgrund von Frequenzabweichungen) verwendet werden können. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab.

Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkkoeffizientenkontrolle) sind horizontale Impulsdächer und Nullpotential am negativen Impulsdach. Frequenz und Tastverhältnis sind dabei nicht kritisch.

Betriebsarten der Vertikalverstärker

Die für die Betriebsarten der Vertikalverstärker wichtigsten Bedienelemente sind die Mode Tasten: CH1, CH2, DUAL, ADD und XY [32].

Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente" beschrieben. Die gebräuchlichste Art der mit Oszilloskopen vorgenommenen Signaldarstellung ist der Yt-Betrieb. In dieser Betriebsart lenkt die Amplitude des zu messenden Signals (bzw. der Signale) den Strahl in Y-Richtung ab. Gleichzeitig wird der Strahl von links nach rechts abgelenkt (Zeitbasis). Der bzw. die Y-Messverstärker bietet/bieten dabei folgende Möglichkeiten:

1. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal 1-Betrieb.
2. Die Darstellung nur eines Signals im Kanal 2-Betrieb.
3. Die Darstellung von zwei Signalen im DUAL-Betrieb (Zweikanal).
4. Die Darstellung eines Signals, welches aus der algebraischen Summe oder Differenz (Addition) von zwei Signalen resultiert.

Bei DUAL-Betrieb arbeiten beide Kanäle. Die Art, wie die Signale beider Kanäle dargestellt werden, hängt von der Zeitbasis ab (siehe „Bedienelemente"). Die Kanalumschaltung kann nach jedem Zeit-Ablenkvorgang (alternierend) erfolgen. Beide Kanäle können aber auch innerhalb einer Zeit-Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopmode) werden. Dann sind auch langsam verlaufende Vorgänge flimmerfrei darstellbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten ≤500 µs/DIV ist die alternierende Betriebsart meistens nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz und entsprechend kleiner eingestellten Zeitkoeffizienten ist die gechoppte Art der Kanalumschaltung meist nicht sinnvoll.
Liegt Additions-Betrieb (ADD) vor, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert (+CH1 ±CH2). Ob sich hierbei die Summe oder die Differenz der Signalspannungen ergibt, hängt von der Phasenlage bzw. Polung der Signale selbst und davon ab, ob eine Invertierung im Oszilloskop vorgenommen wurde.

Gleichphasige Eingangsspannungen:

Kanal 2 nicht invertiert	=	Summe.
Kanal 2 invertiert (INV)	=	Differenz.

Gegenphasige Eingangsspannungen:

Kanal 2 nicht invertiert	=	Differenz.
Kanal 2 invertiert (INV)	=	Summe.

In der Additions-Betriebsart ist die vertikale Strahllage von der Y-POSITION-Einstellung beider Kanäle abhängig. Das heißt die Y-POSITION-Einstellung wird addiert, kann aber nicht mit INVERT beeinflusst werden.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle gemessen. Als Spannungsabfall an einem bekannten Widerstand lassen sich so auch Ströme zwischen zwei hochliegenden Schaltungsteilen bestimmen. Allgemein gilt, dass bei der Darstellung von Differenzsignalen die Entnahme der beiden Signalspannungen nur mit Tastteilern absolut gleicher Impedanz und Teilung erfolgen darf. Für manche Differenzmessungen ist es vorteilhaft, die galvanisch mit dem Schutzleiter verbundenen Massekabel beider Tastteiler nicht mit dem Messobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuelle Brumm- oder Gleichtaktstörungen verringert werden.

XY-Betrieb

Das für diese Betriebsart wichtigste Bedienelement ist die mit XY bezeichnete Mode Taste. Die Betriebsartenumschaltung ist im Abschnitt "Bedienelemente" unter Punkt [32] beschrieben.

In dieser Betriebsart ist die Zeitbasis abgeschaltet. Die X-Ablenkung wird mit dem über den Eingang von Kanal 1 (INPUT CH1 (X) = Horizontal-Eingang) zugeführten Signal vorgenommen. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal 1 werden im XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Zur horizontalen Positionseinstellung ist aber der X-POSITION-Drehknopf [13] zu benutzen. Der Positionsdrehknopf [5] von Kanal 1 ist im XY-Betrieb unwirksam. Die maximale Empfindlichkeit und die Eingangsimpedanz sind nun in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die X-Dehnung x10 ist unwirksam. Bei Messungen im XY-Betrieb ist sowohl die obere Grenzfrequenz (–3dB) des X-Verstärkers, als auch die mit höheren Frequenzen zunehmende Phasendifferenz zwischen X und Y zu beachten (siehe Datenblatt).

Eine Umpolung des Y-Signals durch Invertieren mit der INV-Taste von Kanal 2 ist möglich!

Der XY-Betrieb mit Lissajous-Figuren erleichtert oder ermöglicht gewisse Messaufgaben:

- Vergleich zweier Signale unterschiedlicher Frequenz oder Nachziehen der einen Frequenz auf die Frequenz des anderen Signals bis zur Synchronisation. Das gilt auch noch für ganzzahlige Vielfache oder Teile der einen Signalfrequenz.
- Phasenvergleich zwischen zwei Signalen gleicher Frequenz.

Phasendifferenz-Messung im Zweikanal-Betrieb (Yt)

Eine größere Phasendifferenz zwischen zwei Eingangssignalen gleicher Frequenz und Form lässt sich sehr einfach im Yt-Zweikanalbetrieb (DUAL) am Bildschirm messen. Die Zeitablenkung wird dabei von dem Signal getriggert, das als Bezug (Phasenlage 0) dient. Das andere Signal kann dann einen vor- oder nacheilenden Phasenwinkel haben. Die Ablesegenauigkeit wird hoch, wenn auf dem Schirm nicht viel mehr als eine Periode und etwa gleiche Bildhöhe beider Signale eingestellt wird. Alternativ kann ein Phasenvergleich auch mit einer Lissajous-Figur im XY-Betrieb durchgeführt werden.

Zu dieser Einstellung können ohne Einfluss auf das Ergebnis auch die Y-Fein (VAR)-Einsteller (durch Drücken des VOLTS/DIV-Drehknopfs [18] [19]) für Amplitude und Zeitablenkung und der TRIGGER LEVEL-Drehknopf [10] benutzt werden. Beide Zeitlinien werden vor der Messung mit den POSITION 1 und 2 [5] Drehknöpfen auf die horizontale Raster-Mittellinie eingestellt. Bei sinusförmigen Signalen beobachtet man die Nulldurchgänge; die Sinusscheitelwerte sind weniger geeignet. Ist ein Sinussignal durch geradzahlige Harmonische merklich verzerrt (Halbwellen nicht spiegelbildlich zur X-Achse) oder wenn eine Offset-Gleichspannung vorhanden ist, empfiehlt sich AC-Kopplung für beide Kanäle. Handelt es sich um Impulssignale gleicher Form, liest man an steilen Flanken ab.

$$\sin\varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos\varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin\frac{a}{b}$$

Triggerung und Zeitablenkung

Die für diese Funktionen wichtigsten Bedienelemente ([16] – [23]) befinden sich rechts von den VOLTS/DIV.-Drehknöpfen. Sie sind im Abschnitt „Bedienelemente" beschrieben.

Die zeitliche Änderung einer zu messenden Spannung (Wechselspannung) ist im Yt-Betrieb darstellbar. Hierbei lenkt das Mess-Signal den Elektronenstrahl in Y-Richtung ab, während der Zeitablenkgenerator den Elektronenstrahl mit einer konstanten, aber wählbaren Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm bewegt (Zeitablenkung). Im allgemeinen werden sich repitierend wiederholende Spannungsverläufe mit sich repitierend wiederholender Zeitablenkung dargestellt. Um eine „stehende" auswertbare Darstellung zu erhalten, darf der jeweils nächste Start der Zeitablenkung nur dann erfolgen, wenn die gleiche Position (Spannungshöhe und Flankenrichtung) des Signalverlaufes vorliegt, an dem die Zeitablenkung auch zuvor ausgelöst (getriggert) wurde.

Anmerkung: Die Triggerung kann durch das Mess-Signal selbst (interne Triggerung) oder durch eine extern zugeführte mit dem Mess-Signal synchrone Spannung erfolgen (externe Triggerung). Die zur Triggerung benötigte Mindestamplitude des Triggersignals nennt man Triggerschwelle, die mit einem Sinussignal bestimmbar ist. Bei interner Triggerung wird die Triggerspannung dem Mess-Signal des als Triggerquelle gewählten Messverstärkers (nach dem Teilerschalter) entnommen. Die Mindestamplitude (Triggerschwelle) wird bei interner Triggerung in Millimetern (mm) spezifiziert und bezieht sich auf die vertikale Auslenkung auf dem Bildschirm. Damit wird vermieden, dass für jede Teilerschalterstellung unterschiedliche Spannungswerte berücksichtigt werden müssen.
Wird die Triggerspannung extern zugeführt, ist sie an der entsprechenden Buchse in V_{SS} zu messen. In gewissen Grenzen kann die Triggerspannung viel höher sein als an der Triggerschwelle. Im allgemeinen sollte der 20fache Wert nicht überschritten werden.
Das Oszilloskop hat zwei Trigger-Betriebsarten, die nachstehend beschrieben werden.

Automatische Spitzenwert-Triggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE-⎍⎎ [9], TRIGGER-LEVEL [10] und TRIGGER [16]...[23] unter „Bedienelemente" zu entnehmen.

Mit dem Betätigen der AUTOSET-Taste [7] wird automatisch diese Triggerart eingeschaltet. Bei DC-Triggerkopplung wird die Spitzenwerterfassung automatisch abgeschaltet, während die Funktion der Trigger-Automatik erhalten bleibt. Die Zeitablenkung wird bei automatischer Spitzenwert-Triggerung auch dann repitierend ausgelöst, wenn keine Messwechsel-Spannung oder externe Triggerwechsel-Spannung anliegt. Ohne Messwechsel-Spannung sieht man dann eine Zeitlinie (von der ungetriggerten, also freilaufenden Zeitablenkung), die auch eine Gleichspannung anzeigen kann. Bei anliegender Messspannung beschränkt sich die Bedienung im wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei immer sichtbarem Strahl.

Der TRIGGER-LEVEL-Drehknopf [14] ist bei automatischer Spitzenwert-Triggerung wirksam. Sein Einstellbereich stellt sich automatisch auf die Spitze-Spitze-Amplitude des gerade angelegten Signals ein und wird damit unabhängiger von der Signal-Amplitude und -Form. Beispielsweise darf sich das Tastverhältnis von rechteckförmigen Spannungen zwischen 1 : 1 und ca. 100 : 1 ändern, ohne dass die Triggerung ausfällt. Es ist dabei unter Umständen erforderlich, dass der TRIGGER-LEVEL-Drehknopf fast an das Einstellbereichsende zu stellen ist. Bei der nächsten Messung kann es erforderlich werden, den TRIGGER-LEVEL-Drehknopf anders einzustellen. Diese Einfachheit der Bedienung empfiehlt die automatische Spitzenwert-Triggerung für alle unkomplizierten Messaufgaben. Sie ist aber auch die geeignete Betriebsart für den „Einstieg" bei diffizilen Messproblemen, nämlich dann, wenn das Mess-Signal selbst in Bezug auf Amplitude, Frequenz oder Form noch weitgehend unbekannt ist.

Die automatische Spitzenwert-Triggerung ist unabhängig von der Triggerquelle und sowohl bei interner wie auch externer Triggerung anwendbar. Sie arbeitet oberhalb 5 Hz.

Normaltriggerung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE-⎍⎎ [9], TRIGGER-LEVEL [10] und TRIGGER [16]...[23] unter „Bedienelemente" zu entnehmen. Hilfsmittel zur Triggerung sehr schwieriger Signale sind die Zeit-Fein-Einstellung (VAR.) und die HOLD-OFF-Zeiteinstellung.

Mit Normaltriggerung und passender Trigger-LEVEL-Einstellung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalflanke erfolgen. Der mit dem Trigger-LEVEL-Drehknopf erfassbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals.

Ist bei interner Triggerung die Bildhöhe kleiner als 1 DIV, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereichs etwas Feingefühl. Bei falscher Trigger-LEVEL-Einstellung und/oder bei fehlendem Triggersignal wird die Zeitbasis nicht gestartet und es erfolgt keine Strahldarstellung. Mit Normaltriggerung sind auch komplizierte Signale triggerbar. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen repitierend wiederkehrenden Pegelwerten, die u. U. erst bei gefühlvollem Drehen des Trigger-LEVEL Einstellers gefunden werden.

Flankenrichtung ⎍ ⎎

Die mit der SLOPE ⎍ ⎎ -Taste [9] eingestellte (Trigger-) Flankenrichtung wird durch die leuchtende bzw. nicht leuchtende Taste angezeigt. Siehe auch unter „Bedienelemente". Die Flankenrichtungseinstellung wird durch AUTOSET nicht beeinflusst. Die Triggerung kann bei automatischer und bei Normaltriggerung wahlweise mit einer steigenden oder einer fallenden Triggerspannungsflanke einsetzen. Steigende Flanken liegen vor, wenn Spannungen, vom negativen Potential kommend, zum positiven Potential ansteigen. Das hat mit Null- oder Massepotential und absoluten Spannungswerten nichts zu tun. Die positive Flankenrichtung kann auch im negativen Teil einer Signalkurve liegen. Eine fallende Flanke löst die Triggerung sinngemäß aus. Dies gilt bei automatischer und bei Normaltriggerung.

Triggerkopplung

Gerätespezifische Informationen sind den Absätzen SLOPE-⎍ ⎎ [9], TRIGGER-LEVEL [10] und TRIGGER [16]...[23] unter „Bedienelemente" zu entnehmen. Mit AUTOSET [7] bleibt die eingestellte DC- oder AC-Triggerkopplung erhalten. Die Durchlass-Frequenzbereiche der Triggerkopplungsarten sind dem „Datenblatt" entnehmbar. Bei interner DC- oder LF-Triggerkopplung sollte immer mit Normaltriggerung und Triggerpegel-Einstellung gearbeitet werden. Die Ankopplungsart und der daraus resultierende Durchlass-Frequenzbereich des Triggersignals können mit der Triggerkopplung bestimmt werden.

AC: Ist die am häufigsten zum Triggern benutzte Kopplungsart. Unterhalb und oberhalb des Durchlass-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

DC: Bei DC-Triggerung gibt es keine untere Frequenzbereichsgrenze, da das Triggersignal galvanisch an die Triggereinrichtung angekoppelt wird. Diese Triggerkopplung ist dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Mess-Signals getriggert werden soll, oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Beobachtung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen.

LF: Mit LF-Triggerkopplung liegt Tiefpassverhalten vor. In Verbindung mit Normaltriggerung gibt es wie bei DC-Triggerkopplung keine untere Grenze des Durchlass-Frequenzbereiches (galvanische Kopplung). In Kombination mit automatischer (Spitzenwert) Triggerung wird das Triggersignal bei LF-Triggerkopplung über einen Kondensator angekoppelt. Dadurch gibt es eine untere Grenzfrequenz, die aber unter der Wiederholfrequenz der Triggerautomatik liegt und deshalb nicht stört. Die LF-Triggerkopplung ist häufig für niederfrequente Signale besser geeignet als die DC-Triggerkopplung, weil höherfrequente Rauschgrößen innerhalb der Triggerspannung stark unterdrückt werden. Das vermeidet oder verringert im Grenzfall Jittern oder Doppelschreiben, insbesondere bei sehr kleinen Eingangsspannungen. Oberhalb des Durchlass-Frequenzbereiches steigt die Triggerschwelle zunehmend an.

LINE ~ (Netztriggerung): siehe Absatz „Netztriggerung"

TV: siehe folgenden Absatz, TV (Videosignal-Triggerung)

TV (Videosignal-Triggerung)

Mit dem Einschalten der TV-Triggerung [23] wird der TV-Synchron-Impuls-Separator wirksam. Er trennt die Synchronimpulse vom Bildinhalt und ermöglicht eine von Bildinhaltsänderungen unabhängige Triggerung von Videosignalen. Abhängig vom Messpunkt sind Videosignale (FBAS- bzw. BAS-Signale = Farb-Bild-Austast-Synchron-Signale) als positiv oder negativ gerichtetes Signal zu messen. Nur bei richtiger Einstellung der (Trigger-) Flankenrichtung mit der SLOPE ⎍ ⎎ -Taste [9] werden die Synchronimpulse vom Bildinhalt getrennt. Die Flankenrichtung der Vorderflanke der Synchronimpulse ist für die Einstellung der Flankenrichtung maßgebend; dabei darf die Signaldarstellung nicht invertiert sein. Ist die Spannung der Synchronimpulse am Messpunkt positiver als der Bildinhalt, muss fallende Flankenrichtung gewählt werden. Befinden sich die Synchronimpulse unterhalb des Bildinhalts, ist deren Vorderflanke fallend. Dann muss die steigende Flankenrichtung gewählt werden. Bei falscher Flankenrichtungswahl erfolgt die Darstellung unstabil bzw. ungetriggert, da dann der Bildinhalt die Triggerung auslöst. Die Videosignaltriggerung sollte mit automatischer Triggerung erfolgen. Bei interner Triggerung muss die Signalhöhe der Synchronimpulse mindestens 5 mm betragen.

Das Synchronsignal besteht aus Zeilen- und Bildsynchronimpulsen, die sich unter anderem auch durch ihre Pulsdauer unterscheiden. Sie beträgt bei Zeilensynchronimpulsen ca. 5 µs von 64 µs für eine Zeile. Bildsynchronimpulse bestehen aus mehreren Pulsen, die jeweils ca. 28 µs lang sind und mit jedem Halbbildwechsel im Abstand von 20 ms vorkommen. Beide Synchronimpulsarten unterscheiden sich somit durch ihre Zeitdauer und durch ihre Wiederholfrequenz. Es kann sowohl mit Zeilen- als auch mit Bildsynchronimpulsen getriggert werden.

Bildsynchronimpuls-Triggerung

Es ist ein dem Messzweck entsprechender Zeit-Ablenkkoeffizient im TIME/DIV.-Feld zu wählen. Für Bildsynchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV-Drehknopf [15] im Bereich von 0,2 s/div. bis 1 ms/div. befinden. Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt.

Bei Bildsynchronimpuls-Triggerung in Verbindung mit geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb können in der Signaldarstellung Interferenzstörungen sichtbar werden. Daher ist bei TV (Videosignal-Triggerung) alternierender DUAL-Betrieb automatisch voreingestellt. Mit einem langen Tastendruck auf die Mode Taste DUAL kann zwischen alternierendem DUAL-Betrieb und geschaltetem (gechoppten) DUAL-Betrieb manuell umgeschaltet werden. Bei Änderung des Zeit-Ablenkkoeffizienten wird wieder automatisch der alternierende DUAL-Betrieb voreingestellt.

Am linken Bildrand ist ein Teil der auslösenden Bildsynchronimpulsfolge und am rechten Bildschirmrand der aus mehreren Pulsen bestehende Bildsynchronimpuls für das nächste Halbbild zu sehen. Das nächste Halbbild wird unter diesen Bedingungen nicht dargestellt. Der diesem Halbbild folgende Bildsynchronimpuls löst erneut die Triggerung und die Darstellung aus. Ist die kleinste HOLD OFF-Zeit eingestellt, wird unter diesen Bedingungen jedes 2. Halbbild angezeigt. Auf welches Halbbild getriggert wird, unterliegt dem Zufall. Durch kurzzeitiges Unterbrechen der Triggerung kann auch zufällig auf das andere Halbbild getriggert werden. Eine Dehnung der Darstellung kann durch Einschalten der X-MAG / x10 Funktion erreicht werden; damit werden einzelne Zeilen erkennbar. Vom Bildsynchronimpuls ausgehend, kann eine X-Dehnung auch mit dem TIME/DIV-Drehknopf vorgenommen werden. Es ist aber zu beachten, dass sich daraus eine scheinbar ungetriggerte Darstellung ergibt, weil dann jedes Halbbild die Triggerung auslöst. Das ist bedingt durch den Versatz (1/2 Zeile) zwischen beiden Halbbildern.

Zeilensynchronimpuls-Triggerung

Die Zeilensynchronimpuls-Triggerung kann durch jeden Synchronimpuls erfolgen. Hierzu muss sich der TIME/DIV-Drehknopf [15] im Bereich von 0,5 ms/div. bis 0,1 µs/div. befinden. Um einzelne Zeilen darstellen zu können, ist dieTIME/DIV.-Einstellung von 10 µs/div. empfehlenswert. Es werden dann ca. 1½ Zeilen sichtbar. Im Allgemeinen hat das komplette Videosignal einen starken Gleichspannungsanteil. Bei konstantem Bildinhalt (z.B. Testbild oder Farbbalkengenerator) kann der Gleichspannungsanteil ohne weiteres durch AC-Eingangskopplung des Oszilloskop-Verstärkers unterdrückt werden. Bei wechselndem Bildinhalt (z.B. normales Programm) empfiehlt sich aber DC-Eingangskopplung, weil das Signalbild sonst mit jeder Bildinhaltsänderung die vertikale Lage auf dem Bildschirm ändert. Mit dem Y-Positionseinsteller kann der Gleichspannungsanteil immer so kompensiert werden, dass das Signalbild in der Bildschirmrasterfläche liegt. Die Sync-Separator-Schaltung wirkt ebenso bei externer Triggerung. Selbstverständlich muss der Spannungsbereich (siehe„Datenblatt") für die externe Triggerung eingehalten werden. Ferner ist auf die richtige Flankenrichtung zu achten, die bei externer Triggerung nicht unbedingt mit der Richtung des (am Y-Eingang anliegenden) Signal-Synchronimpulses übereinstimmen muss. Beides kann leicht kontrolliert werden, wenn die externe Triggerspannung selbst erst einmal (bei interner Triggerung) dargestellt wird.

Netztriggerung

Zur Triggerung mit Netzfrequenz wird eine Spannung aus dem Netzteil als netzfrequentes Triggersignal (50/60 Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls in gewissen Grenzen für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb u.a. besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung. Im Gegensatz zur üblichen, flankenrichtungsbezogenen Triggerung, wird bei Netztriggerung mit der Flankenrichtungsumschaltung zwischen der positiven und der negativen Halbwelle gewählt (evtl. Netzstecker umpolen) und nicht die Flankenrichtung. Bei automatischer Triggerung kann der Triggerpunkt mit dem TRIGGER-LEVEL-Drehknopf [10] im Bereich der gewählten Halbwelle verschoben werden. Bei Normaltriggerung kann der Triggerpunkt auch außerhalb des Bereichs der gewählten Halbwelle verschoben werden.

Netzfrequente magnetische Einstreuungen in eine Schaltung können mit einer Spulensonde nach Richtung (Ort) und Amplitude untersucht werden. Die Spule sollte zweckmäßig mit möglichst vielen Windungen dünnen Lackdrahtes auf einen kleinen Spulenkörper gewickelt und über ein geschirmtes Kabel an einen BNC-Stecker (für den Oszilloskop-Eingang) angeschlossen werden. Zwischen Stecker- und Kabel-Innenleiter ist ein kleiner Widerstand von mindestens 100 Ohm einzubauen (Hochfrequenz-Entkopplung). Es kann zweckmäßig sein, auch die Spule außenstatisch abzuschirmen, wobei keine Kurzschlusswindungen auftreten dürfen. Durch Drehen der Spule in zwei Achsrichtungen lassen sich Maximum und Minimum am Messort feststellen.

Externe Triggerung

Die externe Triggerung wird mit der EXT-Taste [19] eingeschaltet. Mit dem Einschalten dieser Triggerart wird die interne Triggerung abgeschaltet. Über die BNC-Buchse EXT. TRIG / Z-INP [31] kann jetzt extern getriggert werden, wenn dafür eine entsprechende Spannung (siehe Datenblatt) zur Verfügung steht, die synchron zum Messsignal ist. Diese Triggerspannung darf durchaus eine völlig andere Kurvenform als das Messsignal haben. Die Triggerung ist in gewissen Grenzen sogar mit ganzzahligen Vielfachen oder Teilen der Messfrequenz möglich; Phasenstarrheit ist allerdings Bedingung. Es ist aber zu beachten, dass Messsignal und Triggerspannung trotzdem einen Phasenwinkel aufweisen können. Ein Phasenwinkel von z.B. 180° wirkt sich dann so aus, dass trotz positiver (Trigger) Flankenwahl die Darstellung des Messsignals mit einer negativen Flanke beginnt.

Die maximale Eingangsspannung an der BNC-Buchse beträgt 100 V (DC + Spitze AC). Die Eingangsimpedanz der BNC-Buchse EXT. TRIG / Z-INP [31] liegt bei etwa 1 MΩ II 15 pF.

Auch bei externer Triggerung wird die Triggerspannung über die Triggerkopplung geführt. Der einzige Unterschied zur internen Triggerung besteht darin, dass die Ankopplung der Triggerspannung bei allen Triggerkopplungsarten (außer DC-Kopplung!) über einen Kondensator erfolgt. Dadurch beträgt die untere Grenzfrequenz (außer bei DC-Kopplung!) ca. 20 Hz.

Triggeranzeige TRIG'd

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die TRIG'd (LED)-Anzeige, die unter Punkt [11] im Absatz „Bedienelemente"aufgeführt ist. Die Leuchtdiode leuchtet sowohl bei automatischer, als auch bei Normaltriggerung auf, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Das interne bzw. externe Triggersignal muss in ausreichender Amplitude am Triggerkomparator anliegen.
2. Die Referenzspannung am Komparator (Triggerpunkt) muss auf einen Wert eingestellt sein, der es erlaubt, dass Signalflanken den Triggerpunkt unter- und überschreiten.

Dann stehen Triggerimpulse am Komparatorausgang für den Start der Zeitbasis und für die Triggeranzeige zur Verfügung.

Die Triggeranzeige erleichtert die Einstellung und Kontrolle der Triggerbedingungen, insbesondere bei sehr niederfrequenten (Normaltriggerung verwenden) oder sehr kurzen impulsförmigen Signalen. Bei Signalen mit extrem langsamer Wiederholrate ist das Aufleuchten der LED mehr oder weniger impulsartig. Außerdem blitzt die Anzeige nicht nur beim Start der Zeitablenkung am linken Bildschirmrand auf, sondern – bei Darstellung mehrerer Kurvenzüge auf dem Schirm – bei jedem Kurvenzug.

Holdoff-Zeiteinstellung

Gerätespezifische Informationen sind unter Punkt HOLD OFF / ON [27] unter „Bedienelemente" zu entnehmen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des TRIGGER-LEVEL-Drehknopfs [10] bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen ein stehendes Bild durch Betätigung der HOLD OFF / ON -Taste [34] erreicht werden.

Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit (HOLD-OFF-Zeit) der Triggerung zwischen zwei Zeit-Ablenkperioden im Verhältnis von ca. 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Triggerimpulse, die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können den Start der Zeitbasis nicht auslösen. Besonders bei Burst-Signalen oder aperiodischen Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten oder erforderlichen Zeitpunkt eingestellt werden.

Ein stark verrauschtes oder ein durch eine höhere Frequenz gestörtes Signal wird manchmal doppelt dargestellt. Unter Umständen lässt sich mit der TRIGGER-LEVEL-Einstellung nur die gegenseitige Phasenverschiebung beeinflussen, aber nicht die Doppeldarstellung. Die zur Auswertung erforderliche stabile Einzeldarstellung des Signals ist aber durch die Vergrößerung der HOLD-OFF-Zeit leicht zu erreichen. Hierzu ist die HOLD OFF/ON-Taste [27] zu drücken und der TIME/DIV-Drehknopf [15] langsam nach rechts zu drehen, bis nur noch ein Signal abgebildet wird.
Eine Doppeldarstellung ist bei gewissen Impulssignalen möglich, bei denen die Impulse abwechselnd eine kleine Differenz der Spitzenamplituden aufweisen. Nur eine ganz genaue TRIGGER-LEVEL-Einstellung

ermöglicht die Einzeldarstellung. Der Gebrauch des TIME/DIV-Drehknopfes vereinfacht auch hier die richtige Einstellung.

Nach Beendigung dieser Arbeit sollte die HOLD-OFF-Zeit unbedingt wieder zurückgedreht werden, weil sonst u.U. die Bildhelligkeit drastisch reduziert ist. Die Arbeitsweise ist aus folgenden Abbildungen ersichtlich.

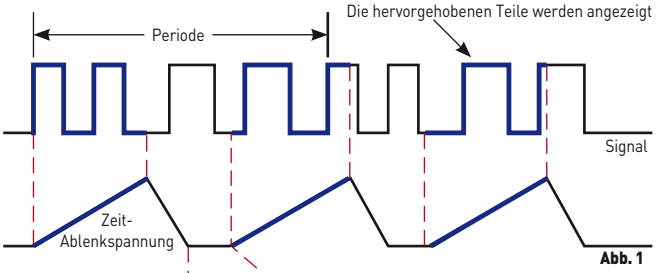


Abb. 1

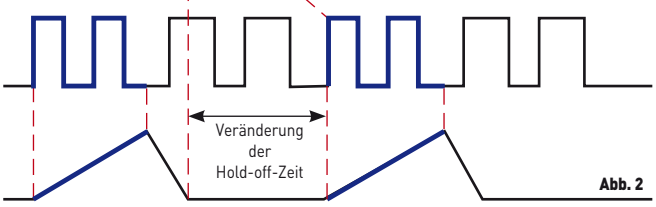


Abb. 2

Abb. 1 zeigt das Schirmbild bei minimaler HOLD-OFF-Zeit (Grundstellung). Da verschiedene Teile des Kurvenzuges angezeigt werden, wird kein stehendes Bild dargestellt (Doppelschreiben).

Abb. 2: Hier ist die HOLD-OFF-Zeit so eingestellt, dass immer die gleichen Teile des Kurvenzuges angezeigt werden. Es wird ein stehendes Bild dargestellt.

AUTOSET

Gerätespezifische Informationen sind dem Punkt AUTOSET [7] unter "Bedienelemente" zu entnehmen.
Wie im Abschnitt „Bedienelemente" erwähnt, werden – bis auf die POWER-Taste [1] – alle Bedienelemente elektronisch abgefragt. Sie lassen sich daher auch steuern. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer automatischen, signalbezogenen Geräteeinstellung im Yt (Zeitbasis)-Betrieb, so dass in den meisten Fällen keine weitere manuelle Bedienung erforderlich ist. AUTOSET schaltet immer auf Yt-Betrieb. Mit dem Betätigen der AUTOSET-Taste [7] bleibt die zuvor gewählte Yt-Betriebsart unverändert, wenn Mono CH1-, CH2- oder DUAL-Betrieb vorlag; lag Additionsbetrieb vor, wird automatisch auf DUAL geschaltet. Der bzw. die Y-Ablenkkoeffizienten (VOLTS/DIV.) werden automatisch so gewählt, dass die Signalamplitude im Mono (Einkanal)-Betrieb ca. 6 DIV nicht überschreitet, während im DUAL-Betrieb jedes Signal mit ca. 4 DIV Höhe dargestellt wird.
Dieses, wie auch die Erläuterungen für die automatische Zeitkoeffizienten (TIME/DIV.)-Einstellung, gilt für Signale, die nicht zu stark vom Tastverhältnis 1 : 1 abweichen. Die automatische Zeitkoeffizienten-Einstellung sorgt für eine Darstellung von ca. 2 Signalperioden. Bei Signalen mit unterschiedlichen Frequenzanteilen, wie z.B. Videosignalen, erfolgt die Einstellung zufällig.
Durch die Betätigung der AUTOSET-Taste [7] werden folgende Betriebsbedingungen vorgegeben:

- AC- oder DC-Eingangskopplung unverändert bzw. letzte Einstellung vor der Umschaltung auf Masse (GND)
- interne (vom Mess-Signal abgeleitete) Triggerung
- automatische Triggerung
- automatische Wahl der Triggerquelle
- Trigger-LEVEL-Einstellung auf Bereichsmitte
- Y-Ablenkkoeffizient(en) kalibriert
- Zeitbasis-Ablenkkoeffizient kalibriert
- AC- oder DC-Triggerkopplung unverändert
- keine X-Dehnung x10
- automatische X- und Y-Strahlpositionseinstellung
- Triggerflanke bleibt erhalten
- Strahl sichtbar

Wird AUTOSET betätigt, stellt sich die zuletzt benutzte Eingangskopplung (AC oder DC) ein. Wenn zuvor DC-Triggerkopplung vorlag, wird nicht auf AC-Triggerkopplung umgeschaltet und die automatische Triggerung erfolgt ohne Spitzenwerterfassung. Die mit AUTOSET vorgegebenen Betriebsbedingungen überschreiben die vorherigen Einstellungen. Falls unkalibrierte Bedingungen vorlagen, wird durch AUTOSET elektrisch automatisch in die kalibrierte Einstellung geschaltet. Anschließend kann die Bedienung wieder manuell erfolgen. Die Ablenkkoeffizienten 1 mV/DIV und 2 mV/DIV werden, wegen der reduzierten Bandbreite in diesen Bereichen, durch AUTOSET nicht gewählt.

Liegt ein pulsförmiges Signal an, dessen Tastverhältnis einen Wert von ca. 400 : 1 erreicht oder überschreitet, ist in den meisten Fällen keine automatische Signaldarstellung mehr möglich. Der Y-Ablenkkoeffizient ist dann zu klein und der Zeit-Ablenkkoeffizient zu groß. Daraus resultiert, dass nur noch die Strahllinie dargestellt wird und der Puls nicht sichtbar ist.

In solchen Fällen empfiehlt es sich, auf Normaltriggerung umzuschalten und den Triggerpunkt ca. 5 mm über oder unter die Strahllinie zu stellen. Leuchtet dann die Triggeranzeige-LED, liegt ein derartiges Signal an. Um das Signal sichtbar zu machen, muss zuerst ein kürzerer Zeit-Ablenkkoeffizient und danach ein höherer Y-Ablenkkoeffizient gewählt werden. Dabei kann sich allerdings die Strahlhelligkeit so stark verringern, dass der Puls nicht sichtbar wird.

Komponenten-Test

Das Oszilloskop HM400 hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der COMP-Mode Taste sofort betriebsbereit ist. Der zweipolige Anschluss des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die zugeordneten Buchsen (rechts unter dem Bildschirm). Bei gedrückter COMP-Taste sind sowohl die Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei Front-BNC-Buchsen [29] [31] weiter anliegen, wenn einzelne nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzelbauteile) getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (siehe im folgenden Absatz „Tests direkt in der Schaltung"). Außer der SELECT-Taste [4], den ADJUST-Tasten [2], dem X-POSITION -Drehknopf [13] sowie der X-MAG / x10-Taste [12], haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluss auf diesen Komponenten-Tester-Betrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den Komponenten-Tester-Buchsen sind zwei einfache Messkabel mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Drücken der COMP-Mode Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Wie im Abschnitt SICHERHEIT beschrieben, sind alle Messanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die COMP. TESTER-Buchsen. Für den Test von Einzelbauteilen (nicht in Geräten bzw. Schaltungen befindlich) ist dies ohne Belang, da diese Bauteile nicht mit dem Netzschutzleiter verbunden sein können.

Sollen Bauteile getestet werden, die sich in Testschaltungen bzw. Geräten befinden, müssen die Schaltungen bzw. Geräte unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Soweit Netzbetrieb vorliegt ist

auch der Netzstecker des Testobjektes zu ziehen. Damit wird sichergestellt, dass eine Verbindung zwischen Oszilloskop und Testobjekt über den Schutzleiter vermieden wird. Sie hätte falsche Testergebnisse zur Folge.

Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Ein im HM400 integrierter Sinusgenerator erzeugt eine Sinusspannung, deren Frequenz 50 Hz (±10%) beträgt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebautem Widerstand. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmsche Widerstände zwischen 20Ω und 4,7kΩ testen.

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei einer Frequenz von 50 Hz. Kondensatoren werden im Bereich 0,1 µF bis 1000 µF angezeigt.

- Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).
- Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
- Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknicke beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter ca. 9 V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung > ca. 9 V ist nicht möglich. Das ist im Allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben. Recht genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluss einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlussfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln.

Zu beachten ist hier der Hinweis, dass die Anschlussumpolung eines Halbleiters (Vertauschen von COMP. TESTER-Buchse mit Masse-Buchse) eine 0 Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt der Bildröhre bewirkt. Wichtiger noch ist die einfache Gut-/Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluss, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluss eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung

Sie sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50 Hz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muss (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Messpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluss einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluss sollte dann mit der COMP. TESTER-Prüfbuchse ohne Massezeichen verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die COMP. TESTER-Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brumm-unempfindlich.

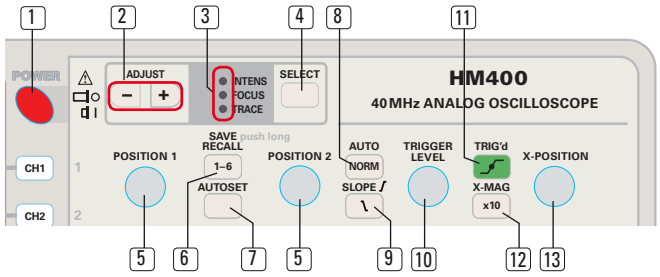
Bedienelemente

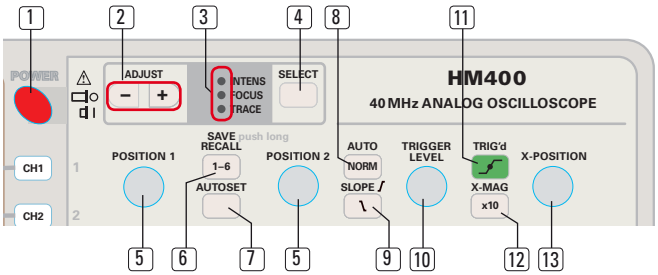
1 POWER
Netz-Tastenschalter mit Symbolen für Ein (I)- und Aus (O)-Stellung. Wird das Oszilloskop eingeschaltet, leuchten zunächst alle LED-Anzeigen auf und es erfolgt ein automatischer Test des Gerätes. Wenn alle Testroutinen erfolgreich beendet wurden, schaltet das Oszilloskop in den Normalbetrieb. Im Normalbetrieb werden dann alle vor dem Ausschalten gespeicherten Einstellungen übernommen.

2 ADJUST – / +
Taste ermöglicht die Änderung diverser Einstellungen je nach Auswahl mit der Taste SELECT 4.

3 Anzeige LEDs
INTENS: Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT 4 die Helligkeitseinstellung (Intensität) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. In dieser Stellung wirken die Tasten ADJUST – / + 2 als Einsteller für die Strahlintensität (Helligkeit) der Signaldarstellung. Es sollte immer nur die gerade benötigte Strahlhelligkeit eingestellt werden. Sie hängt von Signalparametern, Oszilloskop-Einstellungen und der Umgebungshelligkeit ab.

FOCUS: Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT 4 die Strahlschärfeeinstellung (Fokus) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. Die FOCUS-Einstellung (Strahlschärfe) ist für die Signaldarstellung wirksam. Mit höherer Strahlintensität wird der Strahldurchmesser größer und die Strahlschärfe nimmt ab, was in einem gewissen Maße mit dem Einsteller korrigierbar ist. Die Strahlschärfe hängt auch davon ab, an welcher Stelle des Bildschirmes der Strahl auftrifft. Bei optimaler Strahlschärfe in Bildschirmmitte nimmt die Strahlschärfe mit zunehmendem Abstand von der Bildschirmmitte ab. Die Strahlschärfe sollte für die Signaldarstellung optimal eingestellt werden. Anschließend kann die Strahlschärfe durch weniger Intensität verbessert werden.





TRACE: Anzeige leuchtet, wenn mit der Taste SELECT [7] die Strahldrehung (Trace) für den Kathodenstrahl ausgewählt wurde. Mit den Tasten ADJUST – / + [2] kann der Einfluss des Erdmagnetfeldes auf die Strahlablenkung kompensiert werden, so dass die in Bildschirmmitte befindliche Strahllinie praktisch parallel zur horizontalen Rasterlinie verläuft. Siehe auch „Strahldrehung" im Abschnitt „Inbetriebnahme und Voreinstellungen"

[4] **SELECT –** Taste mit zugeordneten Leuchtdioden (LED) [3].
Ermöglicht die Änderung diverser Einstellungen für den Kathodenstrahl (z.B. Intensität, Focus, Strahldrehung) mit den Tasten ADJUST – / + [2], wenn die entsprechende LED leuchtet. Mit jedem kurzen Tastendruck wird auf eine andere Funktion umgeschaltet, welche durch die dann leuchtende LED angezeigt wird.

[5] **POSITION 1 + POSITION 2** – Drehknöpfe
Mit diesen Drehknöpfen lässt sich die vertikale Strahlposition für die Kanäle 1 bzw. 2 einstellen. Bei Additionsbetrieb sind beide Drehknöpfe wirksam. Im XY-Betrieb ist die Y-POSITION-Funktion abgeschaltet; für X-Positionsänderungen ist der X-POSITION-Drehknopf [13] zu benutzen.

Gleichspannungsmessung
Liegt kein Signal am Eingang INPUT CH1 bzw. CH2 [29], entspricht die Strahlposition einer Spannung von 0 Volt. Das ist der Fall, wenn der INPUT CH1 (CH2) bzw. im Additionsbetrieb beide Eingänge INPUT CH1 und INPUT CH2 auf Masse (GND) [25] geschaltet sind und automatische Triggerung AUTO [8] vorliegt.
Der Strahl kann dann mit dem POSITION 1- oder POSITION 2-Drehknopf auf eine, für die nachfolgende Gleichspannungsmessung geeignete Rasterlinie, positioniert werden. Bei der nachfolgenden Gleichspannungsmessung (nur mit DC-Eingangskopplung möglich) ändert sich die Strahlposition. Unter Berücksichtigung des Y-Ablenkkoeffizienten, des Teilungsverhältnisses des Tastteilers und der Änderung der Strahlposition gegenüber der zuvor eingestellten „0-Volt-Strahlposition" (Referenzlinie), lässt sich die Gleichspannung bestimmen.

[6] **SAVE / RECALL –** Taste
Bietet den Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher in Verbindung mit den Mode Tasten [32]. Das Oszilloskop verfügt über 6 Speicherplätze. In diesen können alle Geräteeinstellungen gespeichert bzw. aus diesen abgerufen werden.

SAVE: Um einen Speichervorgang einzuleiten, muss die SAVE/RECALL -Taste [6] lang gedrückt werden; dann blinken die Mode Tasten [32]. Durch Drücken der entsprechenden Mode Taste wird der Speicherplatz gewählt und die vor dem Aufruf der SAVE-Funktion vorliegenden Geräteeinstellungen werden in diesen Speicherplatz geschrieben. Danach leuchten die Mode Tasten nicht mehr. Wurde die SAVE-Funktion versehentlich aufgerufen, kann diese durch erneutes Drücken der SAVE/RECALL-Taste [6] oder einer anderen Taste außer den Mode Tasten, jederzeit wieder abgebrochen werden.
Wird das Oszilloskop ausgeschaltet, werden die letzten Geräteeinstellungen automatisch in einen (von den Speicherplätzen unabhängigen) Speicher geschrieben. Dadurch gehen aktuelle Einstellungen nicht verloren.

RECALL: Durch einen kurzen Tastendruck auf die SAVE/RECALL-Taste [6] leuchten die Mode Taste [32]. Durch Drücken der entsprechenden Mode Taste wird der Speicherplatz gewählt und die vorher gespeicherten Geräteeinstellungen werden von diesem Speicherplatz abgerufen und vom Oszilloskop übernommen. Danach leuchten die Mode Tasten nicht mehr. Wurde die RECALL-Funktion versehentlich aufgerufen, kann diese durch erneutes Drücken der SAVE/RECALL-Taste oder einer anderen Taste außer den Mode Tasten, jederzeit wieder abgebrochen werden.

Achten Sie darauf, dass das darzustellende Signal mit dem Signal identisch ist, welches beim Speichern der Geräteeinstellung vorhanden war. Liegt ein anderes Signal an (Frequenz, Amplitude) als beim Abspeichern, können Darstellungen erfolgen, die scheinbar fehlerhaft sind.

[7] **AUTOSET –** Taste
Die Taste bewirkt eine sinnvolle, signalbezogene, automatische Geräteeinstellung (siehe im Abschnitt AUTOSET). Auch wenn Component Tester- oder XY-Betrieb vorliegen, schaltet AUTOSET in die zuletzt benutzte Yt-Betriebsart (CH 1, CH 2 oder DUAL).

[8] **AUTO / NORM –** Taste mit LED-Anzeige
Ermöglicht durch kurzen Tastendruck die Auswahl zwischen Automatischer Triggerung (AUTO) und Normal-Triggerung (NORM). Automatische Triggerung liegt vor, wenn die Taste nicht leuchtet. Bei Normal-Triggerung leuchtet die Taste.

AUTO: Die automatische Triggerung kann mit und ohne Spitzenwerterfassung erfolgen. In beiden Fällen ist der TRIGGER LEVEL-Drehknopf [10] wirksam. Auch ohne Triggersignal bzw. bei ungeeigneten Trigger-Einstellungen, wird die Zeitablenkung durch die Triggerautomatik periodisch ausgelöst und es erfolgt eine Signaldarstellung. Signale, deren Periodendauer größer als die Periodendauer der Triggerautomatik sind, können nicht getriggert dargestellt werden, weil dann die Triggerautomatik die Zeitbasis zu früh startet.

Mit Spitzenwert-Triggerung wird der Einstellbereich des TRIGGER LEVEL-Drehknopfs [10] durch den positiven und negativen Scheitelwert des Triggersignals begrenzt. Ohne Spitzenwert-Triggerung ist der LEVEL-Einstellbereich nicht mehr vom Triggersignal abhängig und kann zu hoch oder zu niedrig eingestellt werden. In diesen Fällen sorgt die Triggerautomatik dafür, dass immer noch eine Signaldarstellung erfolgt, obwohl sie ungetriggert ist.

Ob die Spitzenwert-Triggerung wirksam ist oder nicht, hängt von der Betriebsart und der gewählten Triggerkopplung ab. Der jeweilige Zustand wird durch den Beginn der Signaldarstellung (Strahlstart) beim Drehen des TRIGGER LEVEL-Drehknopfs [10] erkennbar.

NORM: Bei Normaltriggerung ist sowohl die Triggerautomatik als auch die Spitzenwert-Triggerung abgeschaltet. Ist kein Triggersignal vorhanden oder die TRIGGER LEVEL-Einstellung ungeeignet, erfolgt keine Signaldarstellung. Da die Triggerautomatik abgeschaltet ist, können auch sehr niederfrequente Signale getriggert dargestellt werden.

[9] **SLOPE –** Taste mit LED-Anzeige
Ermöglicht die Triggerung auf steigende (⟋) oder fallende (⟍) Signalflanken. Bei der Triggerung auf fallende Signalflanken leuchtet die Taste. Bei der Triggerung auf steigene Signalflanken leuchtet die Taste nicht. Die Triggerflankenwahl kann mit jedem kurzen Tastendruck umgeschaltet werden. Dabei wird bestimmt, ob eine ansteigende oder abfallende Signalflanke die Triggerung auslösen soll.

[10] **TRIGGER LEVEL –** Drehknopf
Mit dem TRIGGER LEVEL-Drehknopf kann die Trigger-Spannung für die Zeitbasis bestimmt werden, die ein Triggersignal über- oder unterschreiten muss (abhängig von der Flankenrichtung), um einen Zeit-Ablenkvorgang auszulösen. Der Triggerpunkt wird durch den Beginn der Signaldarstellung (Strahlstart) angezeigt. Wird die TRIGGER LEVEL-Einstellung geändert, ändert sich auch die Position des Strahlstarts des Signals. Wenn der Triggerpunkt in einer Richtung das

Messraster verlassen hat, kann durch Drücken der AUTOSET-Taste [7] eine getriggerte Signaldarstellung erreicht werden.

[11] **TRIG'd** – LED
Anzeige (LED) leuchtet, wenn die Zeitbasis Triggersignale erhält. Ob die LED aufblitzt oder konstant leuchtet, hängt von der Frequenz des Triggersignals ab. – Im XY-Betrieb leuchtet die TRIG'd-LED nicht.

[12] **X-MAG / x10** – Taste mit x10 LED-Anzeige
Jeder Tastendruck schaltet die X-Dehnung ein bzw. aus. Leuchtet die X-MAG / x10-Taste, erfolgt eine 10fache X-Dehnung. Bei ausgeschalteter X-Dehnung kann der zu betrachtende Signalausschnitt mit dem X-POSITION-Drehknopf [13] auf die mittlere vertikale Rasterlinie positioniert und danach mit eingeschalteter X-Dehnung betrachtet werden. Im XY- Betrieb ist die X-MAG / x10-Taste wirkungslos.

[13] **X-POSITION** – Drehknopf
Er bewirkt eine Verschiebung der Signaldarstellung in horizontaler Richtung (X-Position der Zeitlinie). Diese Funktion ist insbesondere in Verbindung mit 10facher X-Dehnung (X-MAG / x10) von Bedeutung. Im Gegensatz zur in X-Richtung ungedehnten Darstellung, wird mit X-MAG / x10 nur ein Ausschnitt (ein Zehntel) über 10 cm angezeigt. Mit dem X-POSITION-Drehknopf lässt sich bestimmen, welcher Teil der Gesamtdarstellung 10fach gedehnt sichtbar ist.

[14] **VOLTS/DIV** – Drehknöpfe (CH1 + CH2)
Diese Drehknöpfe haben eine Doppelfunktion. Als Y-Ablenkkoeffizienten-Einsteller sowie als Y-Fein-(VAR) -Einsteller durch Drücken des jeweiligen Drehknopfes. Bei Fein-Einstellung blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige (um den Drehknopf befindliche Leuchtdioden). Der Drehknopf ist nur wirksam, wenn Kanal 1 bzw. 2 aktiv geschaltet ist oder als Triggerquelle Kanal 1 oder 2 ausgewählt wurde. Die Kanäle sind im CH1- (Mono), DUAL-, Additions- („ADD") und XY-Betrieb wirksam. Die Feinsteller-Funktion wird unter VAR (CH1 + CH2) beschrieben.

Ablenkkoeffizienten-Einstellung (Teilerschalter; CH1)
Sie liegt vor, wenn die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht blinkt. Durch Linksdrehen wird der Ablenkkoeffizient erhöht; durch Rechtsdrehen verringert. Dabei können Ablenkkoeffizienten von 1 mV/div. bis 20 V/div. in 1-2-5-Folge eingestellt werden. Bei Feineinstellung (VAR) befindet sich das Oszilloskop im unkalibrierten Betrieb und es blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige.

VAR (CH1 + CH2)
Mit einem kurzen Tastendruck auf die VOLTS/DIV-Drehknöpfe [14] wird die Funktion des Drehknopfes umgeschaltet und durch Blinken der Y-Ablenkkoeffizient-Anzeige angezeigt. Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht, kann mit dem Drehknopf der kalibrierte Ablenkkoeffizient von Kanal 1 bzw. 2 verändert werden (1-2-5-Folge).

Blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige, ist der VOLTS/DIV-Drehknopf als Feineinsteller wirksam. Die Einstellung als Feineinsteller bleibt solange erhalten, bis der Drehknopf erneut gedrückt wird. Daraus resultiert eine unkalibrierte Signalamplitudendarstellung und die dargestellte Signalamplitude wird kleiner. Wird der Drehknopf weiter nach links gedreht, vergrößert sich der Ablenkkoeffizient (Y1>...). Ist die untere Grenze des Feineinstellbereichs erreicht, ertönt ein akustisches Signal.

Wird der Drehknopf nach rechts gedreht, verringert sich der Ablenkkoeffizient (Y1<...) und die dargestellte Signalamplitude wird größer, bis die obere Feineinstellbereichsgrenze erreicht ist. Dann ertönt wieder ein akustisches Signal.
Unabhängig von der Einstellung im Feineinstellerbetrieb kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges Drücken – auf die Teilerschalterfunktion (1-2-5 Folge, kalibriert) umgeschaltet werden. Dann blinkt die Y-Ablenkkoeffizienten-Anzeige nicht mehr.

[15] **TIME/DIV** – Drehknopf
Drehknopf mit Doppelfunktion für den X-Ablenkkoeffizient der Zeitbasis sowie Zeit-Feineinsteller (VAR) durch Drücken des TIME/DIV-Drehknopfs . Bei Zeit-Fein-Einstellung blinkt die X-Ablenkkoeffizienten-Anzeige (um den Drehknopf befindliche Leuchtdioden).

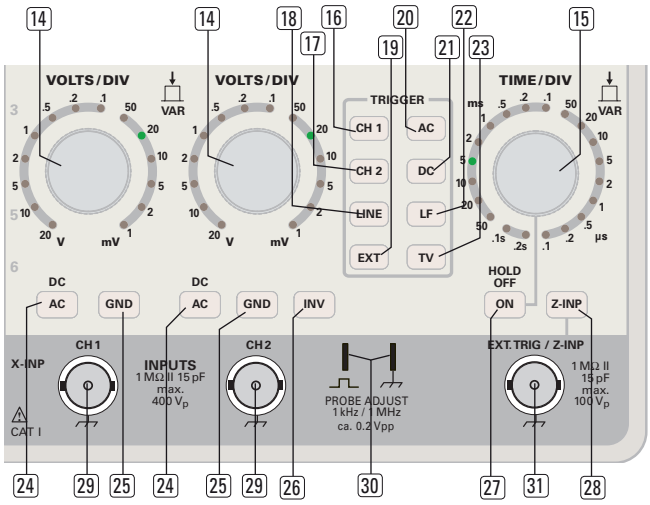
Mit dem TIME/DIV-Drehknopf wird der Zeit-Ablenkkoeffizient eingestellt und durch Leuchtdioden angezeigt (z.B. „10 µs"). Leuchtet eine der um den Drehknopf angeordneten Leuchtdioden, wirkt der Drehknopf als Zeitbasisschalter (außer wenn eine Holdoff-Zeit mit der Taste [27] eingeschaltet ist). Er bewirkt die Zeit-Ablenkkoeffizientenumschaltung in 1-2-5-Folge; dabei ist die Zeitbasis kalibriert. Linksdrehen vergrößert und Rechtsdrehen verringert den Zeit-Ablenkkoeffizienten. Ohne X-Dehnung x10 können Zeit-Ablenkkoeffizienten zwischen 200 ms/div. und 100 ns/div. in 1-2-5 Folge gewählt werden. Blinkt eine der um den Drehknopf angeordneten Leuchtdioden, wirkt der Drehknopf als Feineinsteller (nicht bei aktivierter Holdoff-Zeit). Mit weiterem Linksdrehen vergrößert sich der Zeit-Ablenkkoeffizient (unkalibriert), bis das Maximum akustisch signalisiert wird. Wird der Drehknopf dann nach rechts gedreht, erfolgt die Verkleinerung des Ablenkkoeffizienten, bis das Signal erneut ertönt. Unabhängig von der Einstellung im Feineinstellerbetrieb, kann die Funktion des Drehknopfs jederzeit – durch nochmaliges Drücken des TIME/DIV-Drehknopfs – auf die kalibrierte Zeitbasisschalterfunktion umgeschaltet werden. Dann blinkt die X-Ablenkkoeffizient-Anzeige nicht mehr.

[16] **CH1** – Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Kanal 1 (CH1) als interne Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

INTERNE TRIGGERQUELLE:
Das Triggersignal stammt vom Mess-Signal.
NETZTRIGGERUNG: Das Triggersignal stammt nicht vom Mess-Signal, sondern von einer Netzwechselspannung aus dem Netzteil des Oszilloskops.
EXTERNE TRIGGERQUELLE: Das Triggersignal stammt nicht vom Mess-Signal sondern von einer externen Triggerspannung.

[17] **CH2** – Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Kanal 2 (CH2) als interne Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

[18] **LINE** – Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die Netztriggerung als Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.



19 **EXT –** Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck der Triggereingang EXT. TRIG / Z-INP 31 als externe Triggerquelle ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet. Der externe Helltasteingang Z-INP zur Helligkeitsmodulation wird durch diese Taste abgeschaltet.

20 **AC –** Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die AC Triggerkopplung (Wechselspannungsankopplung) ausgewählt werden. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

21 **DC –** Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die DC Triggerkopplung (Gleichspannungsankopplung) ausgewählt werden. Die Spitzenwerterfassung ist abgeschaltet. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

22 **LF –** Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die LF Triggerkopplung (Niederfrequenzankopplung) ausgewählt werden. Die Unterdrückung hochfrequenter Signalanteile erfolgt durch Ankopplung des Triggersignals über einen Tiefpass. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

23 **TV –** Taste mit LED-Anzeige
Im Einkanalbetrieb, sowie im DUAL- oder Additionsbetrieb (CH1 oder CH2, DUAL oder ADD) kann durch einen kurzen Tastendruck die TV-Signaltriggerung für Videosignale (Bild- / Zeilen-Synchronimpuls-Triggerung) ausgewählt werden.

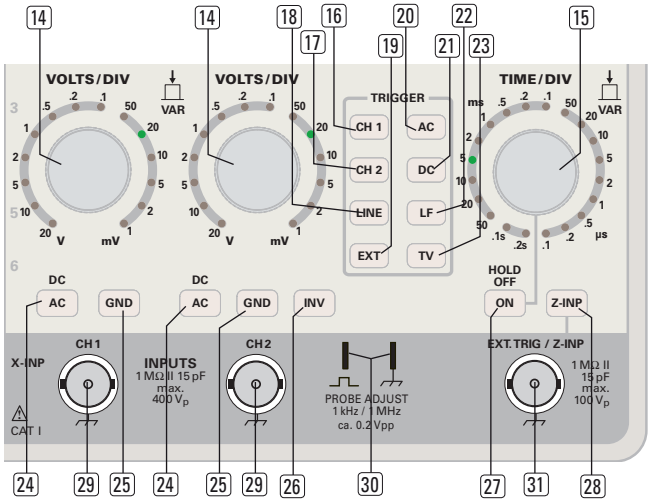
Für Bild-Synchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV-Drehknopf 15 im Bereich von 0,2 s/div. bis 1 ms/div. befinden. Bei der 2ms/div.-Einstellung wird ein vollständiges Halbbild dargestellt.

Für Zeilen-Synchronimpuls-Triggerung muss sich der TIME/DIV-Drehknopf 15 im Bereich von 0,5 ms/div. bis 0,1 µs/div. befinden. Bei der 10 µs/div.-Einstellung können einzelne Zeilen dargestellt werden. Es sind ca. 1½ Zeilen sichtbar. Die Auswahl wird durch die leuchtende Taste angezeigt. Bei XY-Betrieb ist die Taste abgeschaltet.

24 **DC / AC –** Tasten mit LED-Anzeige (CH1 + CH2)
Durch einen kurzen Tastendruck kann die DC oder AC Eingangskopplung (Gleich- / Wechselspannungskopplung) von Kanal 1 bzw. 2 ausgewählt werden. Bei AC Eingangskopplung leuchtet die Taste.

25 **GND –** Tasten mit LED-Anzeige (CH1 + CH2)
Durch einen kurzen Tastendruck kann der Signaleingang Kanal 1 bzw. 2 abgeschaltet werden. Bei GND (Ground) kann das am Signaleingang anliegende Signal keine Strahlablenkung bewirken und es wird im Yt-Betrieb mit automatischer Triggerung nur eine in Y-Richtung unabgelenkte Strahllinie dargestellt (0-Volt-Strahlposition). Bei abgeschaltetem Eingang leuchtet die Taste. Bei XY-Betrieb erfolgt keine X-Ablenkung bzw. Y-Ablenkung.

26 **INV** – Taste mit LED-Anzeige (CH2)
Durch einen kurzen Tastendruck kann zwischen nichtinvertierter und invertierter Darstellung des Signals von Kanal 2 (CH2) umgeschaltet werden. Bei eingeschalteter Invertierung leuchtet die Taste und es erfolgt eine um 180° gedrehte Signaldarstellung des an Kanal 2 (CH2) anliegenden Signals. Bei nicht invertiertem Eingang leuchtet die Taste nicht.



27 **HOLD OFF / ON –** Taste mit LED-Anzeige
Durch einen kurzen Tastendruck kann eine Holdoff-Zeit eingeschaltet werden. Der TIME/DIV-Drehknopf 15 wirkt dabei als Holdoff-Zeiteinsteller. Bei eingeschalteter Holdoff-Zeit leuchtet die Taste 27. Wird der TIME/DIV-Drehknopf 15 im Uhrzeigersinn gedreht vergrößert sich die Holdoff-Zeit. Bei Erreichen der maximalen Holdoff-Zeit ertönt ein Signal. Sinngemäß verhält es sich, wenn in die entgegen gesetzte Richtung gedreht wird und die minimale Holdoff-Zeit erreicht wurde. Die zuletzt eingestellte Holdoff-Zeiteinstellung wird automatisch auf den Minimalwert zurück gesetzt, wenn die Holdoff-Zeit mit der Taste 27 abgeschaltet wird (Taste leuchtet nicht mehr), um z.B. eine andere Zeitbasiseinstellung mit dem TIME/DIV-Drehknopf 15 zu wählen. Durch kurzes Drücken des TIME/DIV-Drehknopfes kann zwischen Holdoff-Zeiteinstellung und Zeit-Feineinstellung wechselseitig umgeschaltet werden (Über die Anwendung der „Holdoff-Zeiteinstellung" siehe der gleichnamige Absatz).

28 **Z-INP –** Taste mit LED-Anzeige
Mit einem kurzen Tastendruck kann die Funktion des Eingangs EXT. TRIG / Z-INP 31 (BNC-Buchse) geändert werden. Der Eingang kann wahlweise als externer Triggereingang oder als externer Helltasteingang zur Helligkeitsmodulation (Z-Strahlhelligkeit) dienen. Bei eingeschaltetem Helltasteingang (Z) leuchtet die Taste. In Verbindung mit „externer Triggerung" oder „Component Tester"-Betrieb wird die Helligkeitsmodulation (Z) nicht ermöglicht bzw. automatisch abgeschaltet. Mit 0 Volt am Helltasteingang (Z) bleibt der Strahl hellgetastet; +5 Volt (TTL-Pegel) bewirken die Dunkeltastung des Strahls. Höhere Spannungen als +5 Volt sind zur Helligkeitsmodulation des Strahls unzulässig.

29 **INPUT CH1 + CH2 –** BNC-Buchsen
Diese Buchsen dienen als Signaleingang für den Messverstärker von Kanal 1 und 2 sowie als Eingang für die Horizontalablenkung im XY-Betrieb (CH1). Bei XY-Betrieb ist der Eingang CH1 auf den X-Messverstärker geschaltet. Der Außenanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Dem Signaleingang sind die Tasten DC/AC 24 , GND 25 und INV 26 (nur bei CH2) zugeordnet.

30 **PROBE ADJUST ⎍⎍– ** Anschlusskontakte
An diesem Signalausgang kann ein Rechtecksignal von ca. 1 kHz / 1 MHz zur Frequenz-Kompensation von Tastköpfen mit Teilungsfaktor entnommen werden. Die Ausgangsimpedanz beträgt ca. 50 Ω. Bei hochohmiger Last (Oszilloskop ca. 1 MΩ, Digitalvoltmeter ca. 10 MΩ) beträgt die Ausgangsspannung ca. $0{,}2V_{ss}$ (rechteckförmige Wechselspannung). Die wählbaren Wechselspannungen werden als Rechtecksignale zum Tastkopfabgleich bzw. zur Beurteilung des Frequenzverhaltens angeboten. Dabei sind die Frequenzgenauigkeit und auch das Tastverhältnis nicht von Bedeutung. Die Signalfrequenz des Rechtecksignals ist abhängig von der Einstellung des Zeitablenkkoeffizienten (Zeitbasis). Im Bereich von 0,2 s/div. bis 100 µs/div. liegt die Signalfrequenz 1 kHz an und im Bereich von 50 µs/div. bis 100 ns/div. die Signalfrequenz 1 MHz. Unter „Inbetriebnahme

und Voreinstellungen" beschreibt der Abschnitt „Tastkopf-Abgleich und Anwendung" die wichtigste Anwendung dieses Signals.
PROBE ADJUST ⏚: An diesen Anschlusskontakt des Signalausgangs wird der Massering des Tastkopfs angeschlossen.

31 **EXT. TRIG / Z-INP –** BNC-Buchse
Dieser Eingang kann als externer Triggereingang oder zur Helligkeitsmodulation Z (Strahlhelligkeit) dienen. Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 1 MΩ||15 pF. Der Außenanschluss der BNC-Buchse ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Mit einem kurzen Tastendruck auf die Z-INP-Taste 28 kann die Funktion des Eingangs geändert werden.

EXT. TRIG: Die BNC-Buchse ist nur dann als Signaleingang für (externe) Triggersignale wirksam, wenn die Z-INP-Taste 28 nicht leuchtet. Die Triggerquelle wird mit den Tasten 16 ... 19 bestimmt. Bei externer Triggerung wird die Z-Modulation automatisch abgeschaltet.

Z-INP: Z-Modulation ist möglich, wenn die Z-INP-Taste 28 leuchtet. In Verbindung mit „externer Triggerung" oder COMPONENT TESTER-Betrieb ist die Z-Modulation nicht möglich bzw. wird automatisch abgeschaltet. Die Dunkeltastung des Strahls erfolgt durch High-TTL-Pegel (positive Logik). Es sind keine höheren Spannungen als +5 Volt zur Strahlmodulation zulässig.

32 **Mode-Wahltasten** mit LEDs:
Umschaltung auf CH1- oder CH2- (Einkanal), DUAL- (Zweikanal), Additions- , XY- und Component Tester -Betrieb. Liegt Einkanal-Betrieb CH 1 oder CH 2 vor, bewirkt ein kurzer Tastendruck auf die Mode-Taste DUAL 43 die Umschaltung auf DUAL-Betrieb. Die angezeigte Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Die Umschaltung auf XY-Betrieb kann vom Einkanal-Betrieb ausgehend direkt erfolgen, indem die Mode-Taste XY gedrückt wird. Liegt XY-Betrieb vor, genügt ein kurzer Tastendruck auf die Mode-Taste DUAL um wieder auf DUAL-Betrieb umzuschalten. Die aktuell eingestellte Betriebsart wird durch leuchtende Mode-Tasten angezeigt.

CH1: Zum Aktivieren des Signaleingangs Kanal 1 (CH1) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 1. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal 1 umgeschaltet und die Triggerquelle durch die leuchtende Taste 16 angezeigt. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV-Drehknopfs 14 bleibt erhalten. Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam.

CH2: Zum Aktivieren des Signaleingangs Kanal 2 (CH2) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 2. Wenn zuvor weder Extern- noch Netz-Triggerung eingeschaltet war, wird auch die interne Triggerquelle automatisch auf Kanal 2 umgeschaltet und die Triggerquelle durch die leuchtende Taste 17 angezeigt. Die letzte Funktionseinstellung des VOLTS/DIV-Drehknopfs 14 bleibt erhalten. Alle auf diesen Kanal bezogenen Bedienelemente sind wirksam.

DUAL: Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart DUAL (Zweikanalbetrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 3. Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Im DUAL-Betrieb bieten sich die Möglichkeiten „gechoppter" DUAL-Betrieb oder „alternierender" DUAL-Betrieb für die Kanalumschaltung an. Die aktivierte Betriebsart DUAL-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste DUAL angezeigt.

DUAL-(Zweikanal) Betrieb: Bei Chopper (Zerhacker)-Kanalumschaltung wird während des Zeit-Ablenkvorganges die Signaldarstellung ständig zwischen Kanal 1 und 2 umgeschaltet. Bei alternierender Kanalumschaltung wird während eines Zeit-Ablenkvorganges nur ein Kanal und mit dem nächsten Zeit-Ablenkvorgang der andere Kanal dargestellt. Die alternierende- bzw. choppernde Kanalumschaltung wird automatisch von dem eingestellten Zeit-Ablenkkoeffizienten bestimmt. Diese Einstellung kann durch einen langen Tastendruck auf die Mode Taste DUAL auch manuell voreingestellt werden. Durch eine Änderung des Zeit-Ablenkkoeffizienten mit dem TIME/DIV-Drehknopf 15 wird automatisch wieder die zuvor eingestellte Kanalumschaltung bestimmt.

ADD: Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart ADD (Additionsbetrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 4. Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Trigger-Quelle, -Flanke u. -Kopplung) bleibt bestehen; kann aber verändert werden. Die aktivierte Betriebsart Additions-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste ADD angezeigt.

Additions-Betrieb (ADD): Im Additions-Betrieb werden zwei Signale addiert bzw. subtrahiert und das Resultat (algebraische Summe bzw. Differenz) als ein Signal dargestellt. Das Resultat ist nur dann richtig, wenn die Ablenkkoeffizienten beider Kanäle gleich sind. Die Zeitlinie kann mit beiden POSITION -Drehknöpfen 5 beeinflusst werden.

XY: Zum Aktivieren der Vertikalbetriebsart XY (-Betrieb) oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 5. Die aktivierte Betriebsart XY-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste XY angezeigt.

XY-Betrieb: Bei XY-Betrieb sind folgende Anzeigen abgeschaltet:
1. die Anzeige des Zeitablenkkoeffizienten,
2. die Anzeige der Triggerquelle, -flanke und -kopplung, Triggersignal und Holdoff-Zeit.

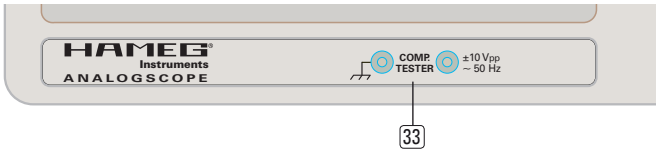
Die letzte vorliegende Triggerbedingung (Triggerquelle, -flanke und -kopplung) bleibt bestehen.
Die diesen Anzeigen zugehörigen Bedienelemente sind ebenfalls abgeschaltet. Die POSITION 1 (2)-Drehknopf und der TRIGGER-LEVEL-Drehknopf 10 sind ebenfalls unwirksam. Eine Signalpositionsänderung in X-Richtung kann mit dem X-POSITION Drehknopf 15 vorgenommen werden.

COMP: Zum Einschalten des COMPONENT-Tester oder Zugriff auf den Geräteeinstellungs-Speicher 6. Die aktivierte Betriebsart Komponententester-Betrieb wird durch die leuchtende Mode Taste COMP angezeigt. Durch einen kurzen Tastendruck auf eine andere Taste wird der COMPONENT-Tester wieder ausgeschaltet.

COMPONENT TESTER-Betrieb
Mit dem Betätigen der Mode Taste COMP (Komponententester-Taste), kann zwischen Oszilloskop- und Komponententester-Betrieb umgeschaltet werden. Siehe auch im Abschnitt „Komponenten-Test". In dieser Betriebsart sind folgende Bedienelemente und LED-Anzeigen von Bedeutung:
- ADJUST + / – Tasten 2 mit den zugeordneten LEDs INTENS, FOCUS und TRACE 3.
- X-POSITION-Drehknopf 13.

Die Prüfung von elektronischen Bauelementen erfolgt zweipolig. Dabei wird ein Anschluss des Bauelements mit der rechten 4mm Buchse 33 verbunden. Der zweite Anschluss des Bauelements erfolgt über die linke 4mm Buchse (Massebuchse). Wenn der Komponententester durch Drücken auf eine andere Taste abgeschaltet wird, liegen die letzten Betriebsbedingungen des Oszilloskopbetriebs wieder vor.

33 **COMP. TESTER –** 2 Buchsen mit Ø 4 mm
Zum Anschluss der Testkabel für den Komponenten-Tester. Die beiden Buchsen sind als 4 mm Bananenstecker-Buchsen ausgeführt. Die linke 4mm Buchse (Massebuchse) ist galvanisch mit dem (Netz-) Schutzleiter verbunden. Diese linke Buchse dient als Bezugspotentialanschluss bei „Component-Tester"-Betrieb, kann aber auch bei der Messung von Gleichspannungen bzw. niederfrequenten Wechselspannungen als Messbezugspotentialanschluss benutzt werden.



CE

Hersteller Manufacturer Fabricant	HAMEG Instruments GmbH Industriestraße 6 D-63533 Mainhausen	KONFORMITÄTSERKLÄRUNG DECLARATION OF CONFORMITY DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:
Oszilloskop
Oscilloscope
Oscilloscope

Typ / Type / Type: **HM400**

mit / with / avec: **–**

Optionen / Options / Options: **–**

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées:

Sicherheit / Safety / Sécurité: EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:
Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

Störfestigkeit / Immunity / Imunitée: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date
31. 05. 2008

Unterschrift / Signature / Signatur

Holger Asmussen
Manager

General information regarding the CE marking

HAMEG instruments fulfill the regulations of the EMC directive. The conformity test made by HAMEG is based on the actual generic- and product standards. In cases where different limit values are applicable, HAMEG applies the severer standard. For emission the limits for residential, commercial and light industry are applied. Regarding the immunity (susceptibility) the limits for industrial environment have been used.

The measuring- and data lines of the instrument have much influence on emission and immunity and therefore on meeting the acceptance limits. For different applications the lines and/or cables used may be different. For measurement operation the following hints and conditions regarding emission and immunity should be observed:

1. Data cables

For the connection between instrument interfaces and external devices, (computer, printer etc.) sufficiently screened cables must be used. Without a special instruction in the manual for a reduced cable length, the maximum cable length of a dataline must be less than 3 meters and not be used outside buildings. If an interface has several connectors only one connector must have a connection to a cable.

Basically interconnections must have a double screening. For IEEE-bus purposes the double screened cable HZ72 from HAMEG is suitable.

2. Signal cables

Basically test leads for signal interconnection between test point and instrument should be as short as possible. Without instruction in the manual for a shorter length, signal lines must be less than 3 meters and not be used outside buildings.

Signal lines must screened (coaxial cable - RG58/U). A proper ground connection is required. In combination with signal generators double screened cables (RG223/U, RG214/U) must be used.

3. Influence on measuring instruments

Under the presence of strong high frequency electric or magnetic fields, even with careful setup of the measuring equipment, influence of such signals is unavoidable.

This will not cause damage or put the instrument out of operation. Small deviations of the measuring value (reading) exceeding the instruments specifications may result from such conditions in individual cases.

4. RF immunity of oscilloscopes.

4.1 Electromagnetic RF field

The influence of electric and magnetic RF fields may become visible (e.g. RF superimposed), if the field intensity is high. In most cases the coupling into the oscilloscope takes place via the device under test, mains/line supply, test leads, control cables and/or radiation. The device under test as well as the oscilloscope may be effected by such fields.

Although the interior of the oscilloscope is screened by the cabinet, direct radiation can occur via the CRT gap. As the bandwidth of each amplifier stage is higher than the total –3dB bandwidth of the oscilloscope, the influence of RF fields of even higher frequencies may be noticeable.

4.2 Electrical fast transients / electrostatic discharge

Electrical fast transient signals (burst) may be coupled into the oscilloscope directly via the mains/line supply, or indirectly via test leads and/or control cables. Due to the high trigger and input sensitivity of the oscilloscopes, such normally high signals may effect the trigger unit and/or may become visible on the CRT, which is unavoidable. These effects can also be caused by direct or indirect electrostatic discharge.

HAMEG Instruments GmbH

Deutsch 3
Español 40
Français 62

English

Declaration of Conformity 22

General information regarding the CE marking 22

HM400 Analog Oscilloscope 40 MHz 24

Specifications 25

Important hints 26
Placement of the instrument 26
Removing/mounting the handle 26
Safety 26
Proper operation 26
CAT I 26
Areas of use of the instrument 27
Environmental conditions. 27
Maintenance 27
Warranty and repair 27
Line voltage 27

Overview of the controls 28

Basic signal measurement 29
Nature of the signal voltages 29
Amplitude of signals. 30
Time measurements 30
Applying the signal voltages 30

First time operation and initial settings 31
Trace rotation 31
Probe adjustment and use of probes 31
1 kHz adjustment 31
1 MHz adjustment 31

Operating modes of the vertical amplifier 32
XY mode 32
Measurement of phase differences in dual channel operation 32

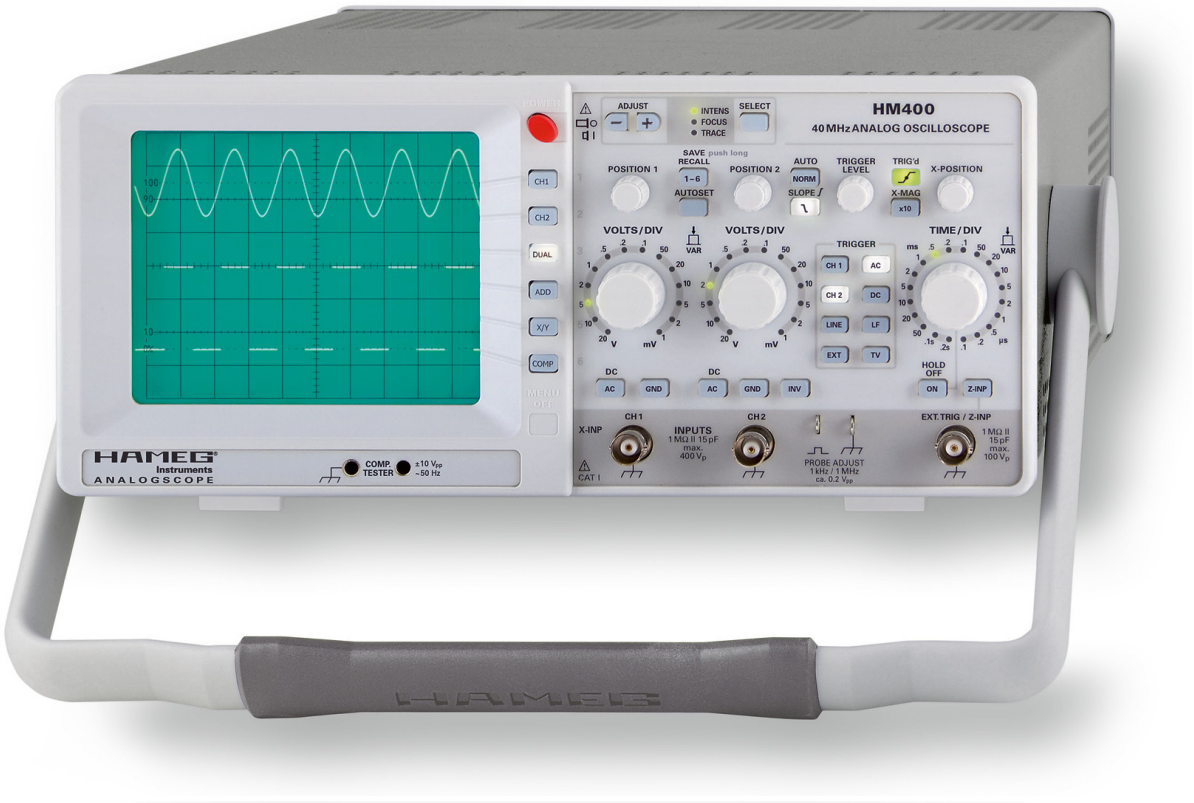
Triggering and time base 32
Automatic peak-to-peak triggering 32
Normal trigger 33
SLOPE selection 33
Trigger coupling 33
TV (video signal) triggering (PAL) 33
Frame pulse triggering 33
Line sync triggering 33
LINE triggering 34
External triggering 34
Triggered state indicator LED TRIG'd 34
Hold-off time adjustment 34

AUTOSET 35

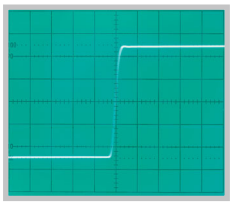
Component test 35
In-circuit tests 36

Function of the controls 36
1 POWER 36
2 ADJUST – / + 36
3 Indication LEDs 36
4 SELECT 36
5 POSITION 1 + POSITION 2 – knobs 36
6 SAVE/RECALL 37
7 AUTOSET 37
8 AUTO/NORM –LED button 37
9 SLOPE – LED button 37
10 TRIGGER LEVEL – knob 37
11 TRIG'd – LED 37
12 X-MAG/ x10 – Button with „x 10" LED 37
13 X-POSITION 37
14 VOLTS/DIV – knobs (CH1 / CH2) 37
15 TIME/DIV – knob 37
16 CH 1 – LED button 38
17 CH 2 – LED button 38
18 LINE – LED button 38
19 EXT – LED button 38
20 AC – LED button 38
21 DC – LED button 38
22 LF – LED button 38
23 TV – LED button 38
24 DC/AC – LED buttons (CH 1 / CH 2) 38
25 GND – LED buttons (CH 1 / CH 2) 38
26 INV – LED button for CH 2 38
27 HOLD-OFF/ON – LED button 38
28 Z-INP – LED button 38
29 INPUT CH 1 / CH 2 – BNC connectors 38
30 PROBE ADJUST – Contacts 39
31 EXT.TRIG/Z-INP – BNC connector 39
32 Mode buttons with LED 39
33 COMPONENT TESTER – 39

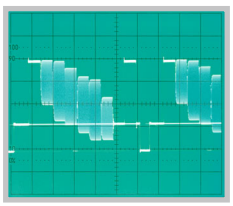
40 MHz Analog Oscilloscope
HM400



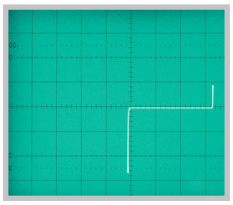
No signal distortion resulting from overshoot



Line triggered composite video signal



Caracteristic of a Z-Diode with component test mode



- ☑ **Reference-Class in sensitivity and input voltage range**
- ☑ 2 Channels with deflection coefficients 1 mV/div....20 V/div., variable up to 50 V/div.
- ☑ Time Base 0.2 s/div....100 ns/div., with X magnification to 10 ns/div.
- ☑ Low noise measuring amplifiers with high pulse fidelity and minimum overshoot
- ☑ Peak to peak trigger for stable triggering 0...50 MHz at 0.5 div. signal level (up to 80 MHz at 1 div.)
- ☑ Autoset, Save/Recall Memories for 6 instrument settings
- ☑ Yt- and XY-Mode with Z-Input for intensity modulation
- ☑ Component characterisation with component tester (two terminal network measurement) for use within service etc.
- ☑ Low power consumption, no fan

40 MHz Analog Oscilloscope HM400

All data valid at 23 °C after 30 minute warm-up

Vertical Deflection	
Operating Modes:	Channel 1 or 2 only Channels 1 and 2 (alternate or chopped) Sum or Difference of CH 1 and CH 2
Invert:	CH 2
XY Mode:	CH 1 (X) and CH 2 (Y)
Bandwidth (-3 dB):	
DC, 5mV/div....20V/div.:	0...40MHz
AC, 5mV/div....20V/div.:	2Hz...40MHz
DC, 1mV/div....2mV/div.:	0...10MHz
AC, 1mV/div....2mV/div.:	2Hz...10MHz
Rise Time (calculated):	‹35 ns (1 mV/div....2 mV/div.) ‹8,75 ns (5 mV/div....20 V/div.)
Deflection Coefficient:	1-2-5 Sequence ± 5% (1 mV/div....2 mV/div.) ± 3% (5 mV/div....20 V/div.)
Variable (uncalibrated):	› 2.5:1 to › 50 V/div.
Input Impedance:	1 MΩ II 15 pF
Input Coupling:	DC, AC, GND (ground)
Max. Input Voltage:	400 V (DC + peak AC)

Triggering	
Automatic (Peak to Peak):	5 Hz...50 MHz (≥ 0.5 div.), 50 MHz...80 MHz (≥ 1 div.)
Normal with Level Control:	0...50 MHz (≥ 0.5 div.), 50 MHz...80 MHz (≥ 1 div.)
Slope:	Rising or falling
Sources:	Channel 1 or 2, Line and External
Coupling:	AC (5 Hz...80 MHz), DC (0...80 MHz), LF (0...1.5 kHz)
Trigger Indicator:	LED
External Trigger:	
Input Impedance:	1MΩ II 15pF
External Trigger Signal:	0,3 V_{pp} ≤5 V, DC (0...50 MHz), AC (20 Hz...50 MHz)
Max. input voltage:	100V (DC + Peak AC)
Active TV sync. separator:	Field and Line, +/-

Horizontal Deflection	
Time Base:	0.2 s/div....100 ns/div. (1-2-5 Sequence)
Accuracy:	± 3 %
Variable (uncalibrated):	› 2.5 : 1 to › 1.25 s/div.
X Magnification x 10:	up to 10 ns/div.
Accuracy:	± 5 %
Hold-Off Time:	variable to approx. 10 : 1
XY	
Bandwidth X amplifier:	0...2.5 MHz (-3 dB)
XY Phase shift ‹3°:	‹ 120 kHz

Operation / Readout / Control	
Manual:	via controls and buttons
Autoset:	automatic signal related parameter settings
Save and Recall:	6 instrument parameter settings

Component Tester	
Test Voltage:	approx. 7 V_{rms} (open circuit)
Test Current:	max. 7 mA_{rms} (short-circuit)
Test Frequency:	approx. 50 Hz
Test Connection:	2 banana jacks 4 mm Ø One test circuit lead is grounded via protective earth (PE)

Miscellaneous	
CRT:	D14-363GY, 8 x 10 div. with internal graticule
Acceleration Voltage:	approx. 2 kV
Trace Rotation:	adjustable on front panel
Z-Input (Intens. modulation):	max. + 5 V (TTL), 10 kHz
Probe ADJ Output:	1 kHz / 1 MHz Square Wave Signal ca. 0.2 V_{pp} (tr ‹ 5 ns) for probe adjustment
Power Supply (Mains):	105/253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Power Consumption:	approx. 30 Watt at 230 V/50 Hz
Safety class:	+5 °C...+40 ° C 61010-1)
Operating temperature:	+5°C...+40°C
Storage temperature:	-20°C...+70°C
Max. rel. humidity:	5%...80% (non condensing)
Dimensions (W x H x D):	285 x 125 x 380 mm
Weight:	approx. 4.8 kg

Accessories supplied: Line Cord, Operators Manual, 2 Probes 1:1/10:1 (HZ154) with LF/HF adjustment

www.hameg.com

HM400E/130109/ce · Subject to alterations · © HAMEG Instruments GmbH® · DQS-certified in accordance with DIN EN ISO 9001:2000, Reg.-No.: DE-071040 QM

HAMEG Instruments GmbH · Industriestr. 6 · D-63533 Mainhausen · Tel +49 (0) 6182 800 0 · Fax +49 (0) 6182 800 100 · www.hameg.com · info@hameg.com

Important hints

Immediately after unpacking check the instrument for any mechanical damage and loose parts inside. In case of transport damage inform the supplier. Do not operate the instrument.

Symbols

Consult the manual

High voltage

Please observe this note

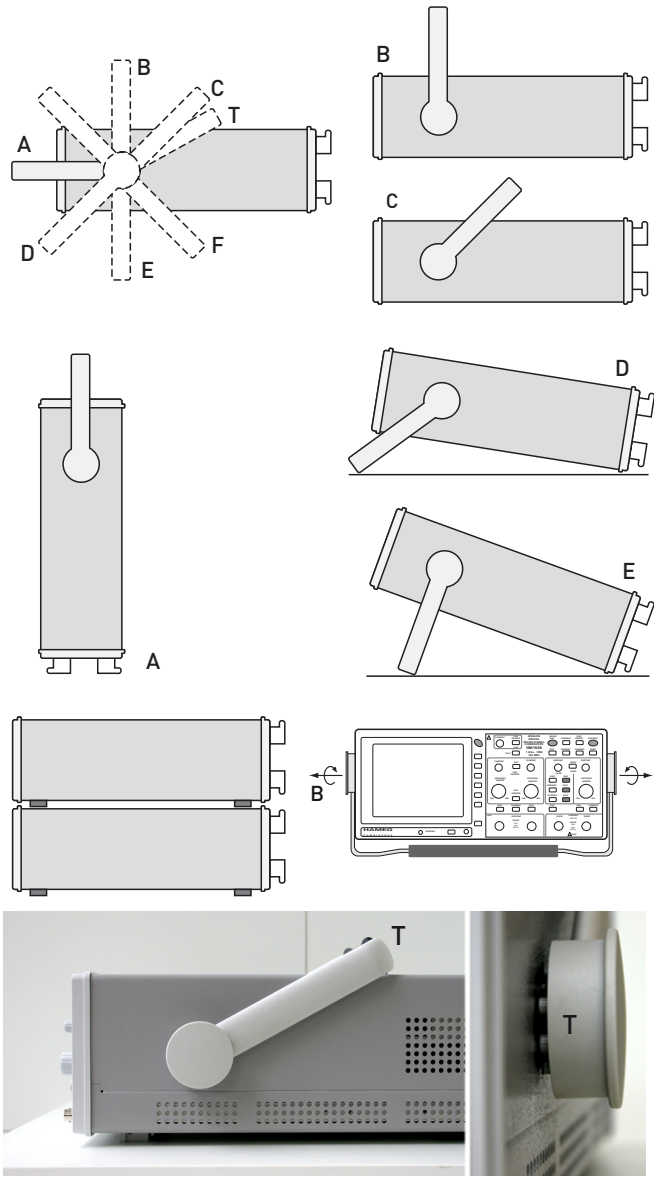
Ground, earth

Placement of the instrument

The pictures show how to move the handle into various positions.

A: Carrying position
B: Position for horizontal carrying resp. for removing the handle
C: Horizontal operating position
D and E: Operating positions with different angles
F: Position for removing the handle
T: Position for transport in its shipping carton, the handle will not lock in this position

In order to change the position of the handle, the scope must first be firmly positioned e.g. on a table so that it cannot drop. Pull both knobs of the handle and move it to the desired position. If the knobs are released while moving, the handle will automatically lock in the next possible position.



Removing/mounting the handle

Removing is possible in positions B and F by pulling it out farther, mounting by doing the reverse.

Safety

This instrument was manufactured and tested according to VDE 0411, part 1, safety norms for electrical measuring, control and laboratory instruments. The instrument left the factory in perfectly safe condition. It fulfills hence also the European norm EN 61010-1 resp. the international norm IEC 1010-1. The user is requested to observe all safety notes in this manual in order to preserve this safe condition and guarantee safe operation. Housing, chassis and measuring signal inputs are connected to the mains safety earth conductor. The instrument fulfills the requirements of safety class I. All metal parts which can be touched were tested with 2200 V_{DC} against the mains conductors. For safety reasons the oscilloscope may only be connected to outlets with safety earth conductor. The mains plug must be inserted first before any signals are connected to the instrument. It is prohibited to disconnect the safety earth.

Most electron tubes generate gamma rays. With this instrument the dose remains far below the limit of 36 pA/kg, set by the applicable laws.

Whenever it must be assumed that safe operation is endangered, the instrument must be disconnected and stored in a safe place where inadvertent use is precluded. This assumption is always valid
- if the instrument shows signs of damage
- if the instrument contains loose parts
- if the instrument does not function any more
- if the instrument was stored for an extended period of time under unfavourable ambient conditions (e.g. in the open or in rooms at high humidity)

This instrument is solely destined for use by personnel well familiar with the dangers of electrical measurements!

Proper operation

Please note: This instrument is only destined for use by personnel well instructed and familiar with the dangers of electrical measurements. For safety reasons the oscilloscope may only be operated from mains outlets with safety ground connector. It is prohibited to separate the safety ground connection. The plug must be inserted prior to connecting any signals.

CAT I

This oscilloscope is destined for measurements in circuits which are not or not directly connected to the mains. Direct measurements (without galvanic isolation) in circuits of the categories II, II or IV are prohibited! The circuits of a measuring object are not directly connected to the

mains if the measuring object is operated via an isolation transformer of safety class II. Indirect measurements on the mains are also possible with special probes, e.g. current probes, which fulfill the requirements of the safety class II. With such measurements the measurement category specified by the manufacturer for the probe has to be observed.

Measurement categories
The measurement categories relate to transients on the mains. Such transients are short but very fast (short rise time) voltage or current excursions which may be periodic or not. The amplitude of possible transients increases the shorter the distance to the source of the mains installation is.

Measurement category IV: Measurements directly at the source of the mains installation, e.g. at the electricity meters.
Measurement category III: Measurements within the mains installations, e.g. at distribution points, power switches, wall outlets, permanently mounted motors etc.
Measurement category II: Measurements at circuits which are directly connected to the mains, e.g. household appliances, portable tools etc.
Measurement category I: Electronic apparatus and fused circuits within such apparatus.

Areas of use of the instrument

The oscilloscope is destined for use in the following areas: industrial, housing, business, workshops.

Environmental conditions.

The permissible operating temperature range is +5 to +40 °C. During storage or transport the temperature range is –20 to +70 °C. Condensation of water during transport or storage requires a 2 hour drying period before operation. The oscilloscope is destined for use in dry, clean rooms. It must not be operated if there is severe dust or if the humidity is excessive nor if there is danger of explosion or aggressive chemical reaction.

The orientation during operation may be any. Sufficient air circulation has to be provided, however. Continuous operation requires a horizontal or tilted (handle) position.

Do not cover the ventilation holes!

All nominal specifications and tolerances are valid after a warm-up time of at least 30 min. and at an ambient temperature of + 23 degr. C. Specifications without a tolerance given are those of a typical instrument.

Maintenance

Clean the outside of the housing regularly with a brush. Dirt on the housing, the handle, plastic, and aluminum parts may be removed with a cloth and a mild detergent (1 %). Dirt containing fat may be removed with alcohol or petrol ether. The screen may be only cleaned with water or benzine, but not with alcohol or solvents, after cleaning it should be wiped with a dry clean cloth. After cleaning it should be treated with a customary antistatic solution for plastics. Under no circumstances any cleaning fluid should enter the instrument. Use of any other cleaning agent may damage the plastic and lacquered surfaces.

Warranty and repair

HAMEG instruments are subjected to a strict quality control. Prior to leaving the factory, each instrument is burnt-in for 10 hours. By intermittent operation during this period almost all defects are detected. Following the burn-in, each instrument is tested for function and quality, the specifications are checked in all operating modes; the test gear is calibrated to national standards.

The warranty standards applicable are those of the country in which the instrument was sold. Reclamations should be directed to the dealer.

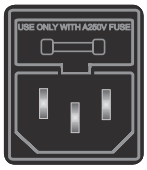
Only valid in EU countries
In order to speed reclamations customers in EU countries may also contact HAMEG directly. Also, after the warranty expired, the HAMEG service will be at your disposal for any repairs.

Return material authorization (RMA):
Prior to returning an instrument to HAMEG ask for a RMA number either by internet (http://www.hameg.com) or fax. If you do not have an original shipping carton, you may obtain one by calling the HAMEG service dept (++49 (0) 6182 800 500) or by sending an email to service@hameg.com.

Line voltage

The instrument may be operated with any voltage between 105 to 253 V, 50/60 Hz, hence there is no line voltage selector.

The line fuses is accessible from the outside. The mains connector and the fuse holder are one unit. The fuses can only be exchanged (if the fuse holder was not damaged) after the mains cable has been detached. In order to remove the fuses, use a small screw driver (appr. 2 mm) and push it into the two slanted slots at both sides of the fuse holder, this will release it, it will pop out by spring force. The fuses may then be exchanged. Please take care not to bend the contact springs. Inserting the fuse holder requires that the protruding notch points to the mains connector. The fuse holder has to be pushed in against the spring force until both latches catch it. It is prohibited to use „repaired" fuses or to short -circuit the fuse. Any damages incurred by such manipulations will void the warranty.



Type of fuse
Size 5 x 20 mm
250 V AC, C
IEC 127, p. III, DIN 41 662 (also DIN 41 571, p. 3)
Slow blow T 0.8 A.

Overview of the controls

[1] **POWER** (button): Mains on/off 36

[2] **ADJUST – / +** (buttons) 36
Allows to change diverse settings depending on the selection with the button SELECT [4]

[3] **Indicator LEDs** 36
INTENS: The LED will light up if intensity adjustment was selected with the button SELECT [4]
FOCUS: The LED will light up if focus adjustment was selected with the button SELECT [4]
TRACE: The LED will light up if trace rotation adjustment was selected with the button SELECT [4]

[4] **SELECT** (button) 37
Allows to change some settings relating to the crt like intensity, focus, trace rotation by pressing the buttons ADJUST [2] when the respective LED lights up.

[5] **POSITION 1 + POSITION 2** (knobs) 37
Changes the trace position of channel 1 or channel 2 resp..

[6] **SAVE / RECALL** (LED button) 37
In conjunction with any of the mode buttons [32] this button allows to address the settings memories

[7] **AUTOSET** (button) 37
Automatically selects a reasonable instrumentsetting for most signals

[8] **AUTO / NORM** (LED button) 37
Selects either automatic (AUTO) or normal (NORM) triggering. The LED will light up if normal triggering was selected, otherwise automatic triggering is enabled.

[9] **SLOPE** (LED button) 37
Selects either the positive or the negative signal slope. The LED will light up if the negative slope was selected.

[10] **TRIGGER LEVEL** (knob) 37
Changes the trigger level of the time base.

[11] **TRIG'd** (LED) 37
The LED will light up if the instrument receives a valid trigger signal and operates in triggered mode

[12] **X-MAG/x 10** (LED button) 37
If the x 10 magnifier is enabled, the display will be expanded in X direction around the screen center ten times with a corresponding change of the time base speed. The LED will light up if the magnifier is active.

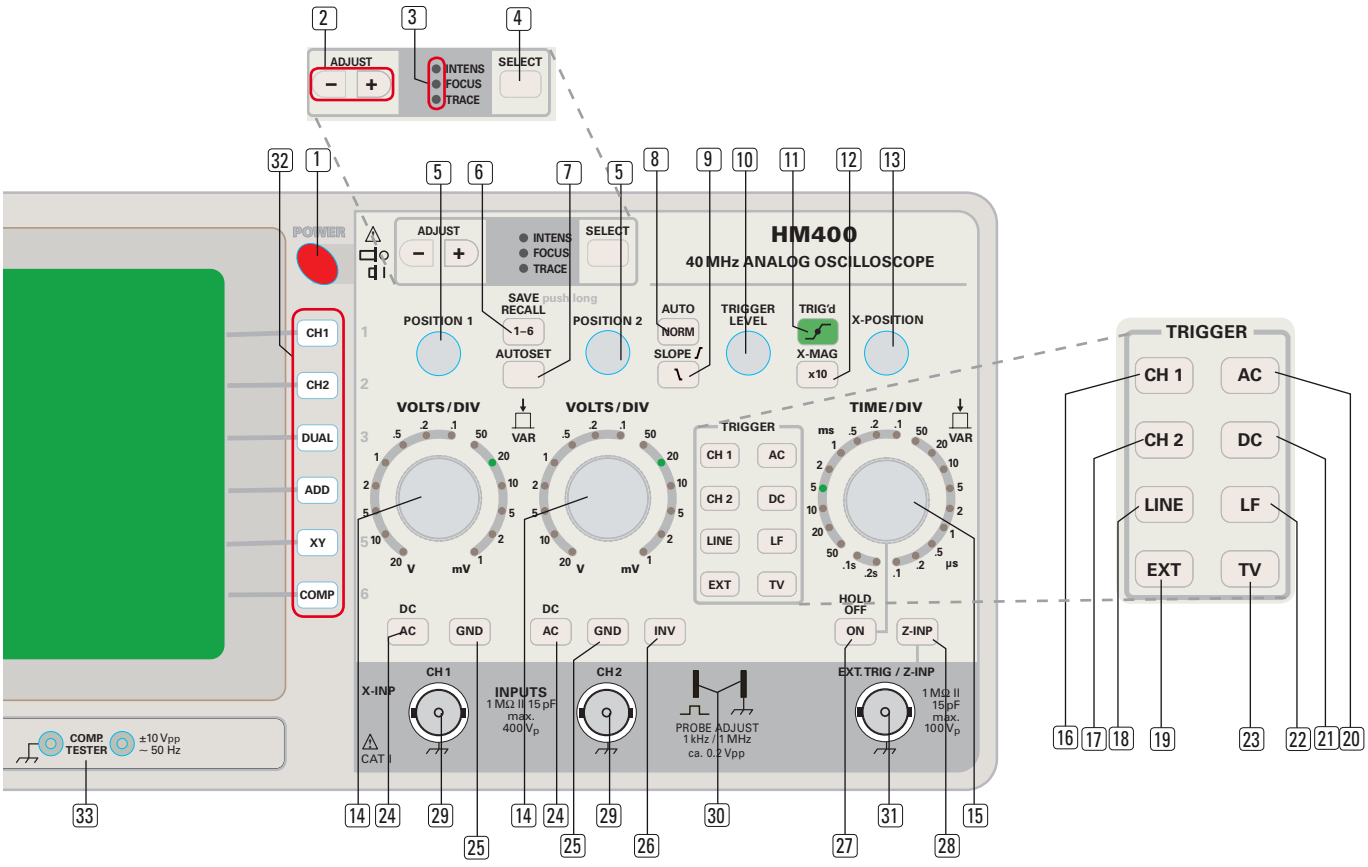
[13] **X-POSITION** (knob) 37
Changes the X position of the trace(s)

[14] **VOLTS/DIV; CH1 + CH2** (knobs) 37
Channel 1 or channel 2 sensitivity selection. By pressing the corresponding knob, the variable will be activated, and, as long as it is activated, the display of the sensitivity will blink, because the sensitivity is uncalibrated.

[15] **TIME/DIV** (knob) 37
Selects the time base speed. By pressing the knob, the variable will be activated, and, as long as it is activated, the display of the time base speed will blink, because the time base speed is uncalibrated.This knob also has a third function: hold-off time adjustment, see [27].

[16] **CH 1** (LED button) 38
Selects channel 1 as the trigger source as indicated by the LED.

[17] **CH 2** (LED button) 38
Selects channel 2 as the trigger source as indicated by the LED.



18 **LINE** (LED button) 38
Selects the mains as the trigger source as indicated by the LED.

19 **EXT** (LED button) 38
Selects the external input as the trigger source as indicated by the LED.

20 **AC** (LED button) 38
Selects AC coupling for the trigger source as indicated by the LED.

21 **DC** (LED button) 38
Selects DC coupling for the trigger source as indicated by the LED.

22 **LF** (LED button) 38
Switches a low pass filter into the trigger channel as indicated by the LED

23 **TV** (LED button) 38
Selects TV signal triggering as indicated by the LED.

24 **DC/AC; CH1 + CH2** (LED buttons) 38
Selects DC or AC coupling for channel 1 or channel 2 resp.. If AC is selected, the LED will light up.

25 **GND; CH1 + CH2** (LED buttons) 38
Disconnects the input of channel 1 or channel 2 resp. and connects it to ground internally as indicated by the LED.

26 **INV** (LED button) 38
Inverts the signal of channel 2 (CH 2) as indicated by the LED. (Inversion of channel 1 is not available.)

27 **HOLD OFF / ON** (LED button) 38
By pressing this button a hold-off time can be selected, the amount of hold-off can be adjusted with the knob TIME/DIV. 15 .

28 **Z–INP** (LED button) 38
Activates the external Z axis input 31 for intensity modulation as indicated by the LED.

29 **INPUT CH 1 + CH 2** (BNC connectors) 38
Signal input for channel 1 or channel 2 resp.. In XY mode the CH1 input will control the horizontal movement (X) of the trace.

30 **PROBE ADJUST** ⎍ (contact) 39
1 KHz/1 MHz square wave output for the adjustment of probes other than 1:1.

PROBE ADJUST ⏚ (contact) 39
Ground connection for the probe adjustment.

31 **EXT. TRIG/Z-INP** (BNC connector) 39
Input for external trigger or intensity modulation signals.

32 **Mode select buttons with LED:** 39
CH 1: Activates the channel 1 (CH 1) input or selects access to the settings memory 1 as indicated by the LED.

CH 2: Activates the channel 2 (CH 2) input or selects access to the settings memory 2 as indicated by the LED.

DUAL: Selects dual channel operation or access to the settings memory 3 as indicated by the LED.

ADD: Selects the add mode of the vertical amplifier or access to the settings memory 4 as indicated by the LED.

XY: Selects the XY mode or access to the settings memory 5 as indicated by the LED.

COMP: Activates the COMPONENT tester or selects access to the settings memory 6 as indicated by the LED.

33 **COMPONENT TESTER** (two 4 mm test jacks) 39
Terminals of the component tester, the left one is connected to the chassis and thus to the safety earth connector of the mains cable.

Basic signal measurement

Nature of the signal voltages

The oscilloscope HM400 displays in real time most repetitive signals containing frequencies from DC to beyond 40 MHz (- 3 dB). The vertical amplifier is designed for minimum overshoot.

The display of simple electrical waveforms like LF or HF sine waves or mains frequency ripple is no problem. When measuring the amplitude of sine waves, the frequency response of the oscilloscope has to be taken into account which begins to fall off at fairly low frequencies. At 25 MHz the amplitude error will amount to appr. –10 %. Due to the tolerance of the –3 dB frequency the exact amount of the amplitude error may vary.

Square wave or pulse signals, in general all nonsinusoidal signals, contain frequencies well above their repetition frequency, depending on their shape and rise resp. fall times. This oscilloscope has a rise time of 8.5 ns and will reproduce signals fairly well if their rise times remain 3 to 5 times slower. It follows that the repetition rate of such nonsinusoidal signals must remain considerably lower than the –3 dB frequency of 40 MHz, otherwise their harmonics will be attenuated too much, i.e. the edges will be rounded.

It is more difficult to display socalled mixed signals unless there is a repetition frequency with outstanding amplitudes, so the scope can trigger on them. This may be the case with burst signals. In order to obtain a stable display, it may be necessary to vary the hold-off time. The active TV sync separator will allow stable triggering on video signals.

The fastest time base speed using the magnifier is 10 ns/div which allows to spread a period of 40 MHz over 2.5 divisions, consequently, time resolution is no problem.

The vertical amplifier is DC coupled, when AC coupling is selected, a capacitor is switched in series with the signal input. The normal coupling mode is DC; if the DC content of the input signal is too high, AC coupling will be required. In this case, however, two effects need to be considered. Signals with a very low frequency content may be distorted, e.g. low frequency square waves will show tilt (appr. 1.6 Hz – 3 dB) . Signals with varying duty cycle will be displayed with a vertical shift depending on the duty cycle corresponding to their DC content. The low frequency limit could be reduced by selecting DC coupling and connecting an external larger capacitor of sufficient voltage rating, but use of this method is discouraged, a 10:1 probe will reduce the low frequency –3 dB point to 0.16 Hz. Due to their internal circuit, 100:1 and 1000:1 probes do not reduce the lower frequency –3 dB frequency. As outlined in more detail later, oscilloscopes are rarely used without probes.

Amplitude of signals.

In electrical engineering, ac voltages are given in rms units. Oscilloscopes show the actual peak-to-peak voltages, hence they are calibrated in V_{pp}. In order to arrive at the RMS value of a sine wave, its pp – value must be divided by 2.83. RMS voltages will be displayed larger by that factor.

The highest sensitivity of this scope is 1 mV/DIV, a signal of 1 division will amount to 1 mV_{pp} ±5 % unless the variable is activated. Calibrated measurements require that the „variable" is off. The variable allows to decrease the sensitivity by a factor of appr. 2.5 to a lowest of appr. 50 V/DIV. The variable also allows to bridge the 1 – 2 – 5 steps of the input attenuators. Without a probe signals of up to 400 V_p may be displayed (50 V/DIV x 8 divisions). In order to measure the amplitude of a signal, it is only necessary to read the height of the display and multiply it by the sensitivity selected in V/DIV.

Without a probe the maximum input voltage at both inputs is + or – 400 Vp.

In case the signal consists of DC and AC, the DC plus peak AC must not exceed + or – 400 V_p. A pure ac voltage may reach 800 V_{pp} (of which only 400 Vpp can be displayed on the screen.)

If 10:1 probes are used, their possibly higher maximum voltages may only be made use of if the scope input is switched to DC coupling. This does not apply to 100:1 or 1000:1 probes.

Considering the foregoing, HAMEG HZ154 10:1 probes allow to measure DC up to 400 V and pure ac voltages up to 800 V_{pp}, and HAMEG HZ53 100:1 probes dc voltages up to 1200 V and pure ac voltages up to 2400 V_{pp}. Please observe the decrease of the permissible input voltage with increasing frequency for each probe type, see the respective probe manuals. Risking the measurement of excessive voltages with a standard 10:1 probe may cause a short of the probe's input capacitor which could destroy the scope input circuitry!
It is possible to measure the ripple on a high voltage by inserting a high voltage capacitor in series with a 10:1 probe, but it is mandatory to switch the input to DC; in order to avoid excessive transients, the input must first be switched to ground, then the high voltage applied, then the input switched to DC. The high voltage capacitor has to be discharged with proper care using a resistor of sufficient voltage rating!

The GND position of the input coupling selector is used to set the base line using the POSITION control as desired before switching to DC.

Time measurements

As a rule, scopes are used to display repetitive signals, the designation period is used here for simplicity. The repetition frequency is equal to the number of periods per second. Depending on the setting of the TIME/DIV switch one or more periods may be displayed or just portions of one period. The time base speeds are indicated by the LEDs around the circumference of the TIME/DIV knob in us/DIV, ms/DIV, s/DIV.
In order to measure the period or portions of a signal, read the number of divisions and multiply this by the time base speed selected.
The HORIZONTAL position knob allows to shift the horizontal position of the trace. Rise and fall times are defined between 10 and 90 % of the full amplitude.

Applying the signal voltages

Use AUTOSET for a quick automatic selection of suitable display parameters (see AUTOSET). The following paragraph applies to manual operation. The function of the controls is detailled in the chapter „Controls".

Be careful when applying unknown signals to the vertical amplifier.

Without a probe set the VOLTS/DIV switch to 20 V/DIV and use AC coupling. If the trace disappears after application of the signal, it is possible that the signal amplitude is much too large and overdrives the vertical amplifier. Decrease the sensitivity (increase the VOLTS/DIV setting) until the signal remains fully within the screen area. If portions of the signal fall outside this area, they may still overdrive the amplifier which can cause distortions! With calibrated 20 V/DIV a probe will be required if the signal exceeds 160 V_{pp}, if the variable is activated up to 400 V_{pp} may be displayed without a probe. The probe used must be specified for the maximum voltage applied.
Please note that the display of signals with a low repetition rate at high sweep speeds will cause the trace to dim, the intensity may be increased until the trace starts to blur. In such case the time base speed must be decreased so far that the trace remains visible.

The signals may be connected to the scope either through shielded cables or by using probes. The use of cables is restricted to low frequencies and low impedance signal sources because they add typically 100 pF/m load capacitance. At higher frequencies cables with standard characteristic impedances like 50Ω can be used if they are correctly terminated at both ends. HAMEG HZ22 feedthrough terminations at the scope can be used together with HAMEG 50Ω cables such as HZ34. Incorrect or missing terminations will cause massive pulse distortions. Generators, amplifiers etc. will only perform to specifications if they are feeding properly terminated cables. The HZ22 is specified for a maximum of 2 W which is reached if the signal increases to 10 V_{rms} or 28.3 V_{pp}.

With probes no terminations are needed nor allowed, the probes are directly connected to the scope's BNC connectors. Probes load high impedance sources only moderately (10:1 probes with 10 MΩ II 12 pF, 100:1 with 10 MΩ//5 pF), but this applies only up to appr. 100 KHz, above the loading increases with increasing frequency, see the probe manuals for details, also for the necessary derating. Passive probes are unsuited for measurements on high Q HF circuits!

As mentioned, in most applications probes are used, at least as long as the loss in sensitivity can be compensated by increasing the scope's sensitivity. Also, a probe offers protection for the scope's input circuit. Because probes are manufactured separated from the scopes, they are only coarsely preadjusted, it is absolutely necessary to adjust each probe to the input it is used on (see Probe Adjustment).

Probes may decrease the bandwidth of a scope considerably if they are the wrong type! We recommend to use the HAMEG HZ51 (10:1), HZ52 (10:1 HF), HZ154 (1:1 and 10:1) probes. Replacement parts may be ordered from HAMEG and may be exchanged by the user. The probes mentioned have a HF adjustment in addition to the basic 1 KHz adjustment. By using the 1 MHz probe adjust signal, the HF adjustment corrects for group delay aberrations near the –3 dB frequency. With these probes the HM400 rise time/bandwidth remain nearly constant. The probe HF adjustment also allows for an optimum pulse response of the combination probe and scope.

With a 10:1 or 100:1 probe DC coupling has to be used if the signal voltage exceeds 400 Vp.

As mentioned if AC coupling is used, the 1.6 Hz –3 dB frequency comes into play which causes distortions with low frequency signals, e.g. square waves are displayed with tilt. With a 10:1 probe the low frequency response is improved by a factor of ten (0.16 Hz). If the sensitivity with this probe is insufficient, DC coupling and an external capacitor can be used e.g. for ripple superimposed on a high dc potential. First the input must be switched to GND, then the voltage applied, then the input switched to DC.
The measurement of small voltages requires proper ground connections as close to the measuring point as possible. Use short ground cables.

If a probe is to be used to contact a BNC connecto, a probe to BNC adapter should be used in order to prevent grounding problems.

If ripple or noise appears on small signals at high sensitivity settings, multiple grounds resp. ground loops may cause the problem. The mains safety earth is quite often the cause, because other test equipment will also be connected to the same safety earth, this can generate currents through the shields of cables etc. Most instruments have socalled Y capacitors connected from the mains to safety earth.

First time operation and initial settings

Prior to any use of the instrument make sure the power plug is inserted before any other contacts are established.

Turn the instrument on by pressing the red button POWER, several indicators will light up, the oscilloscope will perform a self-test. If any errors are detected, there will be 5 acoustic signals; it is recommended to submit the instrument to a service station. After a successful self-test the instrument will be ready to operate, it will use the settings stored from its last use.

If there is no trace after a 20 s wait, press the AUTOSET button. If the trace is now visible, use the SELECT button, the ADJUST + / – buttons to set the desired intensity and optimum focus. For best focus adjustment it is recommended to display a full screen sine wave. If no input signal is connected, switch the input to GND in order to prevent any noise from disturbing the focus adjustment.

In order to extend the life of the crt, set the intensity no higher than needed for the specific measurement under the given ambient light conditions. Take care not to leave a bright spot as this could burn the crt phosphor. Do not turn the instrument on and off in short intervals.

It is recommended to always use first the button AUTOSET and select the buttons AC and CH 1 in the TRIGGER select area.

Trace rotation

In spite of the mumetal crt shield the earth's magnetic field still has some influence on the crt beam. Depending on the orientation of the instrument the trace may not always remain parallel to the graticule lines. See the chapter Controls for the adjustment of the trace rotation.

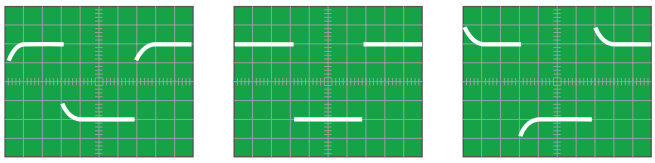
Probe adjustment and use of probes.

Probes have to be adjusted to the input they are connected to; this adjustment has to be performed each time a probe is moved to another input. A generator in the HM400 delivers a fast rise time (< 5 ns) square wave signal of appr. 0.2 Vpp the frequency of which can be selected by using the knob TIME/DIV (see the chapter Controls). The square wave signal is accessible at the two contacts below the controls. The 0.2 V_{pp} are destined for 10:1 probes, sufficient for 4 divisons at 5 mV/DIV.

1 kHz adjustment

This basic adjustment compensates for the input impedance of the scope, the probe's capacitor is adjusted so that the capacitive division equals the resistive division, the division will thus be identical from DC to high frequencies. With 1 : 1 probes or probes which can be switched to 1 : 1, an adjustment is neither necessary nor possible. Before this adjustment make sure the trace rotation adjustment was performed (see TRACE rotation).

Connect the 10:1 probe to the input, e.g. CH 1, do not press any button, set the coupling to DC, the sensitivity with VOLTS/DIV to 5 mV/DIV, the TIME/DIV switch to 0.2 ms/DIV; make shure that both are calibrated, i.e. the variables disabled. Connect the probe tip (and ground cable) to the contact(s) „PROBE ADJUST" (see the photo); a 4 DIV display of two signal periods should appear. Now adjust the probe capacitor (see the probe manual for its location) until the square wave is perfectly flat, i.e there are neither under- nor overshoots. The transitions are invisible at this sweep speed (see the pictures). The amplitude of the square wave should be within 4 ±0.12 DIV.



undershoot | correct | overshoot

1 MHz adjustment

The probes supplied with the scope have additional adjustment elements which allow to correct for aberrations at high frequencies.

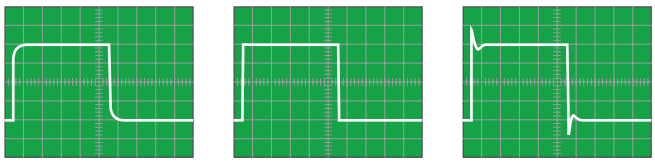
After this adjustment maximum bandwidth and best pulse response of the combination scope and probe are obtained by achieving maximally flat group delay; overshoots, undershoots, ripple are minimized.

This adjustment requires a fast square wave generator (< 5 ns) and low output impedance (50 ohms) which delivers 0.2 Vpp at 1 MHz; the PROBE ADJUST output of the scope fulfills these requirements.

Connect the 10:1 probe to the input to be used. Select PROBE ADJUST signal 1 MHz with the knob „TIME/DIV (see the chapter Controls) switch the coupling to DC, the VOLTS/DIV selector to 5 mV/DIV and the TIME/DIV selector to 100 ns/DIV. Connect the probe tip and ground to the two PROBE ADJUST contacts. The square wave will now be visible and also its rising and falling slopes. See the probe manual for the location of the adjustment elements.

Adjustment criteria:
Only the rising slope and the top of the square wave are of concern, disregard the other portions of the signal.

- Short rise time
- Clean transition from the rising slope to the top of the square wave with no over- or undershoot, flat top.



undershoot | correct | overshoot

The amplitude of the square wave should be identical to that with the 1 kHz signal. It is important to always first perform the 1 kHz adjustment, in general a readjustment of the 1 kHz will not be necessary. Please note that the probe adjust frequencies are not precise and hence must not be used for any checks of the accuracy of the time base, also their duty cycle is not controlled.
The probe adjust signal must conform to the requirements of zero potential at the bottom of the square wave, precise amplitude and flat tops; its frequencies and duty cycles need not be precise.

Operating modes of the vertical amplifier

The most important controls determining the operating modes of the vertical amplifer are the mode buttons CH 1, CH 2, DUAL, ADD and XY [32].
Changing the modes is described in the chapter Controls. Yt is by far the mode most used: the input signal deflects the trace vertically while a time base moves the trace from left to right. The Y amplifier offers these modes:

1. Single channel operation of CH 1.
2. Single channel operation of CH 2.
3. DUAL trace two channel operation.
4. Algebraic addition of CH 1 + CH 2 and subtraction of CH 1 – CH 2.

In DUAL trace mode both channels are operating, the time base determines the exact mode of representation, see the chapter Controls. Switching of the channels may either happen alternately after the completion of each time base cycle, or the switching occurs at a high rate during the course of a time base cycle (chopped). The alternating mode is unsuited at slow time bases because the alternation becomes visible with disturbing flicker, here, the chopped mode will yield a flicker-free display. At high sweep speeds the chopped mode is unsuited because the switching transients are disturbing.

In the ADD mode the signals of both channels are algebraically added (CH 1 + CH 2) or subtracted (CH 1 – CH 2) if CH 2 is inverted. If the signals of CH 1 and CH 2 happen to be of opposite phase they may fully or partly cancel, of course.

It is important to bear in mind that the two inputs of the scope are not to be mistaken as the inputs of a true difference amplifier! When using this feature to measure the difference signal between two measuring points, restrictions must be observed: both input attenuators must be switched to the same setting, the common mode rejection is very moderate, and the common mode range is limited to the normal operating range of the input amplifiers. This means in practice that, before the ADD mode is entered, it has to be checked whether each input signal can be displayed, i.e. that is in within the normal operating range; if that is the case for both signals, switch to ADD. Please note further that both POSITION controls affect the vertical position of the added signals. If probes are used, their tolerances will also diminish the common mode rejection; this can be checked by connecting both probes to the same measuring signal, the resulting display should be zero. It is preferable to use the probe adjust or a pulse generator for this test.

XY mode

For this mode use the button XY as described in the chapter Controls under [32].

In this mode the time base is disabled. The CH1 input signal will deflect the trace horizontally, the CH 2 input signal vertically. The horizontal position is controlled as usual with the X-POSITION control [13], the CH 1 position control is disabled. The magnifier is also disabled. When using this mode, the low bandwidth of the X amplifier (see the specifications) has to be observed, the phase difference between the wide band vertical amplifier and the X amplifier increases with frequency.

The Y signal may be inverted by pressing the button INV CH 2.

Using Lissajous patterns it is possible

- to compare two signals of different frequency and to adjust one to the frequency of the other until both are synchronized. This applies also to multiples or fractions of one of the frequencies
- to measure the phase difference between two signals of the same frequency.

Measurement of phase differences in dual channel operation

A much more precise and convenient method of measuring phase differences which is also applicable up to high frequencies is the measurement of the time difference in dual channel operation. Please note: It is mandatory that the trigger signal is taken from only one signal.The phase difference can be easily calculated as the frequency is known. Another advantage of this method is the fact that the time difference is still measurable even if the signals are corrupted by hum, ripple or noise. Also, there are no ambiguities. Alternatively Lissajous patterns can be used for measurement of phase differences.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Triggering and time base

The pertinent controls are located to the right of the VOLTS/DIV knobs, see the chapter Controls.

In Yt operation the signal deflects the trace vertically while it is deflected horizontally with constant selectable velocity from left to right. The time base is started by a socalled trigger signal which is derived from any of the available sources. The time base performs one cycle and rests waiting for the next trigger. It is hence immaterial when the next signal arrives, the signal needs only to be repetitive, it need not be periodic! The time between triggers may be any, at low repetition frequencies the display becomes darker, at very low ones the trace will not be visible any more. In order to achieve a stable display, the trigger must always be derived from the very same portion of the signal. The slope and the level of the triggering signal can be chosen.

Note: Various trigger sources are available: the two input channels, an external input, a signal taken from the mains, a TV trigger. Of course, the triggering signal must be synchronous to the signal to be displayed. The minimum amplitude for stable triggering is called the trigger threshold. With internal triggering the trigger signal is taken off in the two input amplifiers, the minimum amplitude here is given in mm vertical deflection, independent of the positions of the VOLTS/DIV switches.

With external triggering the minimum amplitude is given in Vpp at the external trigger input connector. The trigger amplitude may be much larger than the threshold, but it is advisable not to exceed 20 times the threshold.

The oscilloscope features two trigger operation modes to be described.

Automatic peak-to-peak triggering

Please refer to the chapter Controls for specific information about the controls SLOPE [9], TRIGGER-LEVEL [10], and TRIGGER [16] to [23].

When using AUTOSET, this trigger mode will be automatically selected. If DC coupling is selected, the peak-to-peak detection will be disabled, while the function of the auto trigger will remain active. With auto trigger selected, there will be always a trace visible, because the time base will restart periodically if no trigger signal is present or if only a DC voltage is applied. The auto trigger function implies that the user is only required to operate the VOLTS/DIV and TIME/DIV controls.

The TRIGGER-LEVEL knob is active with auto peak-to-peak triggering, its range is automatically adjusted to the peak-to-peak level measured,

it becomes hence independent of the amplitude and the shape of the signal. The duty cycle may e.g. vary from 1 : 1 to 1 : 100 without loss of the trigger. It may, however, be sometimes necessary to set the TRIGGER-LEVEL control close to one of its extremes. The next measurement may require another setting. The simplicity of operation recommends the auto peak-to-peak triggering for most uncomplicated measurements. It is also a good start with difficult problems, especially, if the properties of a signal like amplitude, frequency and shape are unknown.

The auto peak-to-peak trigger mode is independent of the trigger source and operates above 5 Hz, i.e., if the repetition frequency of the triggering signal is lower, the time base will freerun.

Normal trigger

In this mode all settings are up to the user, and there is no visible trace if there is no sufficient trigger signal. See the chapter Controls for specific information about the functions of the controls SLOPE [9] , TRIGGER-LEVEL [10] , and TRIGGER [16] to [23]. Complex signals may require the additional use of the functions Time Base Variable (VAR) and HOLD-OFF time adjustment.

In the normal trigger mode the trigger signal can be derived from any portion of the rising or falling slopes of the signal by proper setting of the TRIGGER-LEVEL knob. The available trigger range depends on the amplitude of the signal.

If the signal amplitude on the screen is < 1 DIV with internal triggering, the adjustment may become critical due to the small range available and require some care. As mentioned there will be no visible trace if the TRIGGER-LEVEL setting is false or if the trigger signal is missing or insufficient. The normal trigger mode allows to also trigger on complicated signals. With mixed signals it is, however, necessary that repetitive signal peaks are present which can be caught by careful operation of the TRIGGER-LEVEL control.

SLOPE selection

With the SLOPE [9] button the signal slope is selected, see the chapter Controls. This selection is always valid, also in AUTOSET mode. A rising slope is defined as a portion of a signal which rises from a given potential to a more positive one, a falling slope correspondingly is defined as a down slope from a given potential to a more negative one.

Trigger coupling

See the chapter Controls for specific information about the controls SLOPE [9] , TRIGGER-LEVEL [10] , and TRIGGER [16] to [23]. The selection of trigger coupling AC or DC remains unaffected by AUTOSET. See the specifications for the passbands of the various modes of trigger coupling. With DC or LF coupling use the normal trigger mode and the TRIGGER-LEVEL knob. These modes are available:

AC: This is the standard coupling mode. It has a low and a high frequency limit, below resp. above these limits the trigger threshold rises.

DC: DC coupling is effective from DC to the upper frequency limit. This mode is recommended for slowly varying signals when triggering on a definite portion is desired or when the duty cycle of signals varies.

LF: When LF is selected, a low pass filter is inserted in the trigger path. In combination with the normal trigger mode there is no lower frequency limit, the same as with DC coupling (galvanic coupling). In auto (peak-to-peak) trigger mode AC coupling will be automatically used, this will cause a lower frequency limit which, however, is below the functional limit of the auto trigger. For low frequency signals LF coupling is often the preferred mode, because high frequency noise is reduced. This eliminates or diminishes trigger jitter resp, multiple displays, especially with small input voltages. Above the bandwidth of the low pass filter the trigger threshold rises sharply.

LINE: See separate description

TV: See below.

TV (video signal) triggering (PAL)

When TV triggering is selected, the TV sync separator will be activated, it separates the sync pulses from the video content and thus allows a stable display independent of the video content. Depending on the point of measurement, video signals (Complete composite video signals) are either positive or negative. It is necessary to select the correct SLOPE (13) in order to effectively separate the sync pulses. The direction of the first slope of the snyc pulses is important, the signal display must not be inverted. If the sync pulses are above the video, negative slope is to be selected. If the sync pulses are below the video, their first slopes are negative, hence positive SLOPE must be selected. If the slope selection was wrong, the display will be unstable resp. will not be triggered, because it will be the video which generates the trigger. TV triggering should use the auto trigger function. If internal triggering is selected, the height of the display must be > 5 mm.

The sync signals consist of frame and line pulses which differ in their duration. In the PAL standard, the line sync pulses are 5 µs of 64 µs for a full line. The frame pulses consist of several pulses of 28 µs each with a repetition period of 20 ms for each half frame. Both sync pulses differ hence in their duration and their rep rate. Triggering is available from both line and frame pulses.

Frame pulse triggering

For frame synchronization a TIME/DIV setting of 0.2 s/DIV to 1 ms/DIV is appropriate, at 2 ms/DIV a full half frame will be shown.

Triggering on the frame pulses with chopped dual trace operation is discouraged because this will cause visible interference. This is why in TV trigger mode automatically the alternating dual trace mode will be set. If desired, pressing the DUAL [43] mode button for some time will manually change between alternate and chopped modes; As soon as the TIME/DIV selector is operated, the alternate DUAL mode will be automatically selected.

At the left side of the screen a portion of the triggering frame pulses will be visible, at the right hand side of the screen the frame pulse for the next half frame is visible, consisting of several pulses. The next half frame will thus not be displayed under these circumstances. The frame pulse following that half frame will trigger again a display. With the shortest available hold-off time selected each 2nd half frame will be displayed. Which half frame will be displayed is up to chance. A short disruption of the trigger may cause triggering on the other half frame. The X magnifier X-MAG/x 10 can be used to expand the display in order to see individual lines. Starting from the frame pulse also the TIME/DIV knob can be used for expansion, however, this will cause an apparently untriggered display as each half frame will trigger a display; the reason is the ½ line displacement between the half farmes.

Line sync triggering

Each sync pulse can trigger a line display; the TIME/DIV [15] knob should be set between 0.5 ms/DIV to 0.1 µs/DIV. In order to display single lines a setting of 10 µs/DIV is recommended, appr. 1 1/2 lines will be visible. In general, the complete composite video signal has a sizeable dc content. If the video content is constant (as is the case with test patterns), the dc can be removed by selecting AC trigger coupling. If the video content changes as is normal with any program, DC coupling is required,

otherwise the display will shift vertically depending on the video content. Use the POSITION control to keep the display within the screen area. The sync separator circuit is also effective with external triggering. Of course, the specified voltage range (see the specifications) must be observed. Note that the polarity of external sync signals can be any, i.e. it can differ from that of the composite signal at the vertical input, hence the SLOPE must be selected accordingly. In order to check the external trigger signal, display it by applying it to a vertical input with internal triggering.

LINE triggering

In the LINE trigger mode a signal from the mains power supply is taken (50/60 Hz). This mode is recommended for all signals of mains frequency or synchronous with it. Within limits this also applies for multiples or submultiples of the mains frequency. LINE triggering will also yield stable displays if the input signal is very small, i.e. below the trigger threshold. It is hence especially handy for all kinds of mains frequency ripple or interference measurements. With LINE triggering the SLOPE selection will select the positive or negative half wave and not the slope, hence it may be necessary to pull the mains plug and insert it upside down if that is possible (not in all countries). In the auto trigger mode the TRIGGER-LEVEL [10] will allow to move the trigger point within the half wave selected. In the normal trigger mode the trigger point can also be moved outside the selected half wave.

Magnetic interference from the mains can be detected by using a pick-up coil which allows to determine the direction and the amplitude. The coil should preferably sport a high number of turns of thin enamel wire on a small coil former, a shielded cable with a BNC connector should be used for the connection to the scope. A 100 Ω resistor should be inserted between the cable and the BNC in order to reduce HF interference, a ceramic capacitor to ground may be additionally required. Also, the coil should have a static shield (no short circuit winding). By turning the coil the minima and maxima of the magnetic interference are detectable.

External triggering

External triggering is selected by pressing the button EXT [19], this will disconnect the internal triggering. The external signal is to be connected to the EXT.TRIG/Z-INP [31] BNC connector, see the specifications for the required signal levels. The external trigger signal must be synchronous to the measuring signal at the Y input(s), but its shape may be entirely different. Within limits triggering is even possible from multiples or submultiples of the measuring frequency. A stable phase relationship is, however, necessary. There may be a phase difference between the measuring and triggering signals; if the phase difference happens to be 180 degrees, the other slope has to be selected, else the signal will be displayed with a starting negative slope although the positive slope was selected.

The maximum input voltage at the EXT.TRIG./Z-INP [31] BNC connector is 100 V (DC plus peak AC). The input impedance is 1 MΩ//15 pF.

The trigger coupling modes are also effective with external triggering. The only difference to internal triggering is a capacitor in the signal path (except with DC coupling), the lower bandwidth limit is 20 Hz.

Triggered state indicator LED TRIG'd

The following explanations refer to the TRIG'd – LED – indicator which is listed under [11] in the chapter Controls. It will light up if

1. an internal or external trigger signal of sufficient amplitude is available at the trigger comparator.

2. and if the reference voltage at the trigger comparator is set to a level such that the signal slopes will cross this level.

If these conditions are fulfilled, the trigger comparator will deliver pulses for starting the time base, and a stable display will result.

This indicator is handy for adjusting and controlling the trigger conditions, especially in case of very low frequency signals or very short pulses. With signals with extremely slow rep rates the LED will light up pulsed. The indicator will also blink not only when the time base is started at the left hand side of the screen, but with dual trace operation with every start of a trace.

Hold-off time adjustment

Further information is available in the chapter Controls under HOLD-OFF/ON [27].

If no stable display can be obtained even with very careful adjustment of the TRIGGER-LEVEL [10] control in normal trigger mode, an adjustment of the hold-off time may help.

The hold-off time is required in each analog scope in order to allow sufficient time for the retrace of the beam from the right hand to the left hand side of the screen. During this time trigger pulses from the trigger comparator are ignored. The HM400 allows for an adjustment (increase) of 10:1 of the hold-off time. With complex signals, burst signals or non-periodic signals the time when the time base will accept the next trigger pulse can then be changed such that a stable display is achieved.
Sometimes a noisy signal or one which is corrupted by HF will cause multiple displays. Mostly, the TRIGGER-LEVEL control can only affect the apparent time difference between the displays. By increasing the hold-off time a stable display is almost always possible. The following pictures demonstrate the function of the hold-off.

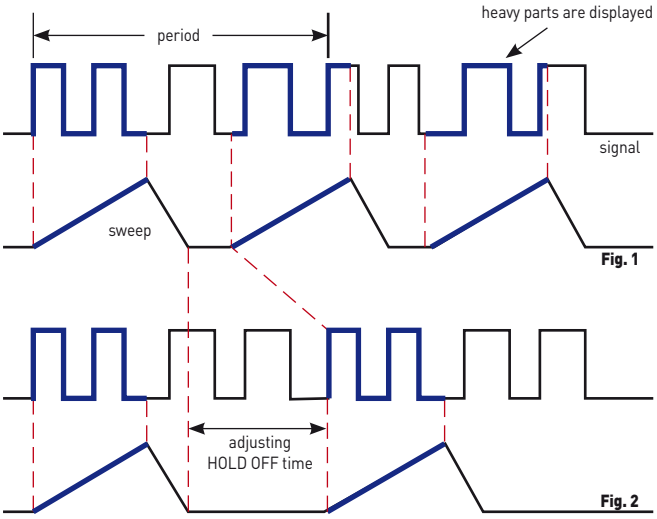


Fig. 1 shows the screen display with minimum hold-off time (basic setting). A double display is shown because different portions of the signal are displayed.

Fig. 2: Here, the hold-off time was adjusted such that always the same signal portions are displayed, a stable display is obtained.

In order to change the hold-off time, press the HOLD-OFF/ON button and turn the TIME/DIV [15] knob slowly CW until a stable display is found.
Double displays are also possible with pulse trains when the amplitudes alternately differ by a small amount. Careful setting of the trigger level and of the hold-off time may be required for correct displays.
Any time the hold-off time was changed from its basic minimum setting it should be reset because too long a hold-off time will cause the time base rep rate to decrease which can dim the display.

AUTOSET

See also the information given under AUTOSET [7] in the chapter Controls

As mentioned in the chapter Controls all front panel controls are electronically read out, hence the instrument can also be completely electronically controlled. This allows for a fully automatic signal-derived setting of all controls in the Yt mode. In most cases manual settings will be superfluous. When AUTOSET is activated, the instrument will enter the Yt mode if XY was selected; if it was already in Yt mode, the settings will remain unaffected unless ADD was selected which will be set to DUAL. In one-channel mode the sensitivity is automatically chosen so that the signal will be displayed with appr. 6 divisions; in DUAL channel mode each channel display will be appr. 4 divisions.
The foregoing and the description of the time base setting apply to signals which do not differ too much from a duty cycle of 1:1. The automatic selection of a suitable time base speed will show appr. 2 signal periods. With signals which contain several frequencies the settings obtained are governed by chance.

Pressing the AUTOSET button will have these results:
- The input coupling (AC, DC) remains unchanged resp. the last setting before switching to GND is resumed.
- Internal triggering.
- Automatic triggering.
- Automatic selection of the trigger source
- The trigger level will be set to the center of its range.
- VOLTS/DIV set to calibrated (variables off)
- TIME/DIV set to calibrated (variable off)
- AC or DC trigger coupling unchanged
- Magnifier off
- X and Y positions automatic
- Trigger slope selection unchanged
- Visible trace

Selecting AUTOSET will leave the selected AC or DC input coupling unchanged. In case DC trigger coupling was selected, this will not be changed to AC. The automatic triggering functions without peak-to-peak detection. The AUTOSET settings will override any former settings. In case variables were activated, they will be disabled, such that all settings will be calibrated. After AUTOSET was activated, manual control can be executed. Due to the reduced bandwidth in 1 and 2 mV/DIV these ranges will not be used in AUTOSET.

If a pulse signal is applied the duty cycle of which reaches or exceeds 1:400, an automatic display will in most cases become impossible. In such cases only the freerunning trace will be visible.

It is recommended to switch to normal trigger mode and to set the trigger point about 5 mm above or below the screen center. If the TRIG'd LED lights up, the signal was recognized. In order to render it visible, the time base speed and the sensitivity must be increased, however, the trace may dim so much that the pulse may remain invisible.

Component test

The oscilloscope HM400 has a built-in component tester which is activated by pressing the mode button COMP . The unit under test is connected to the two contacts right and left below the screen. After pressing the COMP button, the Y preamplifiers and the time base will be disconnected. While using the component tester, signals may be present at the inputs as long as the unit under test is not connected to any other circuit. It is possible to test components remaining in their circuits, but in such cases all signals must be disconnected from the three front panel BNC connectors! (See the following paragraph: „Test in circuits"). With the exception of the SELECT button [4], the ADJUST [2] buttons, and the X-POSITION [13] knob, and the X-MAG/x 10 [12] button all other controls will be disabled. Two cables with 4 mm plugs are necessary to connect the unit under test to the component tester. After completion of the component test pressing the COMP button again is all that is needed to resume normal scope operation.

As outlined in the chapter Safety, all measurement connectors are connected to the mains safety earth (in proper operation). This implies also the COMP.TESTER contacts. As long as individual components are tested, this is of no consequence because these components are not connected to the mains safety earth.

If components are to be tested which are located in circuits or instruments, these circuits resp. instruments must be disconnected first under all circumstances! If they are operated from the mains, the mains plug of the test object has to be pulled out. This ensures that there will be no loops between the scope and the test object via the safety earth which might cause false results.

Only discharged capacitors may be tested!

The test principle is quite simple. A generator within the HM400 generates a 50 Hz ±10 % sine wave which feeds the series connection of the test object and a sense resistor. The sine wave voltage is used for the X deflection and the voltage drop across the resistor for the Y deflection.

If the test object has only a real part such as a resistor, both deflection voltages will be in phase; the display will be a straight line, more or less slanted. Is the test object short-circuited, the line will be vertical (no voltage, current maximum). If the test object is open-circuited or missing a horizontal line will appear (voltage, but no current). The angle of the line with the horizontal is a measure of the resistance value, allowing for measurements of resistors between 20 Ω and 4.7 K.

Capacitors and inductors cause phase shift between voltage and current and hence between the deflection voltages. This will cause displays of ellipses. The location and the form factor of the ellipse are determined by the apparent impedance at 50 Hz. Capacitors can be measured between 0.1 and 1000 µF.
- An ellipse with its longer axis horizontal indicates a high impedance (small capacitance or large inductance)
- An ellipse with its longer axis vertical indicates a low impedance (large capacitance or small inductance)
- An ellipse with its longer axis slanted indicates a relatively large resistive loss in series with the impedance of the capacitor or inductor.

With semiconductors the transition from the non-conducting to the conducting state will be indicated in their characteristic. As far as is possible with the available voltages and currents the forward and backward characteristics are displayed (e.g. with zener diodes up to 9 V). Because this is a two-pole measurement, the gain of a transistor can not be determined, however, the B-C, B-E, C-E diodes can be measured. Please

note that most bipolar transistors can only take an E-B voltage of appr. 5 V and may be damaged if this is exceeded, sensitive HF transistors take even much less! With this exception the diodes can be measured without fear of destruction as the maximum voltage is limited to 9 V and the current to a few mA. This implies, however, that a measurement of breakdown voltages > 9 V is not possible. In general this is no disadvantage because, if there is a defect in a circuit, gross deviations are to be expected which will point to the defective component.

Rather exact results may be achieved if the measurements are compared to those of intact components. This is especially true for semiconductors. The polarity of diodes or transistors can thus be identified if the lettering or marking is missing.

Please note that with semiconductors changing the polarity (e.g. by exchanging the COMP.TESTER and ground terminals) will cause the display to rotate 180 degrees around the screen center. More important in practice is the quick determination of plain shorts and opens which are the most common causes of requiring service.

It is highly recommended to observe the necessary precautions when handling MOS components which can be destroyed by static charges and even tribo electricity. The display may show hum if the base or gate connection of a transistor is open, i.e. it is not being tested. This can be verified by moving a hand closeby.

In-circuit tests

They are possible in many cases but deliver rarely clear results. By paralleling of real or complex impedances – especially if those are fairly low impedance at 50 Hz – there will be mostly great differences compared to individual components. If circuits of the same type have to be tested often (service), comparisons with intact circuits may help again. This is also quickly done because the intact circuit has not to be functional, also it should not be energized. Just probe the various test points with the cables of the component tester of the unit under test and the intact unit and compare the screen displays. Sometimes the unit under test may already contain an intact portion of the same type, this ist e.g. the case with stereo circuits, push-pull circuits or symmetrical bridge circuits. In cases of doubt one side of the dubious component can be unsoldered, and this free contact should then be connected to the COMP.TESTER contact which is not identified as the ground contact. This will reduce hum pick-up. The contact with the ground symbol is connected to the scope chassis and is thus not susceptible to hum pick-up.

Function of the controls

1 POWER
Pushbutton switch with indications of off (0) and on (I) positions. After turn-on all LEDs will light up, the instrument performs a self-test. As soon as this has been successfully completed, the oscilloscope will switch to normal operation, all settings which were valid before switching off will be resumed.

2 ADJUST – / +
Allows to change the value of diverse settings selected by SELECT 4

3 Indication LEDs
INTENS
The LED will light if the function intensity adjustment was selected by SELECT 7. With the buttons ADJUST – / + 2 the intensity may be decreased resp. increased. It is recommended to set the intensity no higher than needed for easy viewing, this depends on signal parameters, oscilloscope settings and the ambient light conditions.

FOCUS
The LED will light up if the function focus adjustment was selected by SELECT 4. With the buttons ADJUST – / + 2 the focus can be changed. The focus adjustment depends on the intensity, the lower the intensity, the better the focus. Also, the focus depends on the location of the trace on the screen, the best focus is always in the center and it decreases towards the edges. A reasonable focus setting is hardly possible with only the trace on screen. Due to the interaction between intensity and focus, the best procedure is this:
1. Apply a sine wave signal which covers the whole screen.
2. Set the intensity.
3. Adjust the focus for a uniform well focussed display over most of the screen area.

Please note that the display of signals with a low rep rate at high sweep speeds will ask for a higher intensity setting, this will entail a readjustment of the focus.

TRACE
The LED will light up if the function trace rotation was selected by SELECT 4. With the buttons ADJUST – / + 2 the trace rotation can be adjusted. Due to the earth's magnetic field the trace may not be parallel to the graticule lines, adjust for exact parallelism. See also under „Trace Rotation" in the chapter „First time operation".

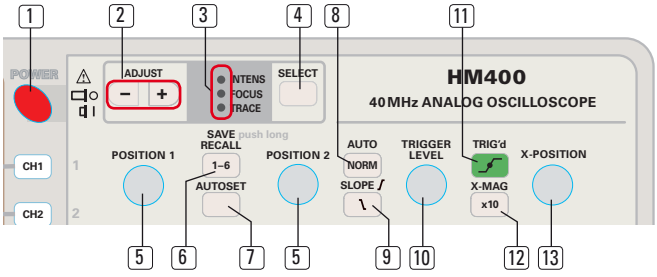
4 SELECT
This button allows to select and change the settings related to the trace in conjunction with the buttons ADJUST – / + 2. By pressing one of this buttons shortly the functions intensity, focus and trace rotation will be enabled in turn as indicated by the associated LEDs.

5 POSITION 1 + POSITION 2, CH1 + CH2
These knobs control the trace position of channel 1 respectively cannel 2. In ADD mode both position controls will be effective. In XY mode the Y position control is disabled; the X position is always controlled by the knob HORIZONTAL position 13.

Measurement of DC voltages
If there are no voltages present at the Y amplifier inputs 29 CH1 resp. CH2, or if GND was selected, the trace positions correspond to zero volts, however, they are also influenced by the position controls! (The trace will be visible only if automatic triggering AUTO 8 was selected.)

In order to measure a DC voltage, first the input must be disconnected or switched to GND. Then it is up to the user to choose a reference trace position with the respective position control, i.e. 5 for channel 1. Then the DC voltage can be connected resp. the input switched from GND to DC; the trace will move by an amount depending on the polarity and value of the dc voltage and the sensitivity (and probe) selected. The same is true for measuring the dc content of any signal.

In regular operation, the position controls will mostly be set to the screen center representing zero. It should be kept in mind, that it can not be just assumed that a trace position at the screen center corresponds to zero volts, this has to be checked by switching to GND.



6 **SAVE / RECALL**
This button allows access to the settings memories in conjunction with the MODE buttons 32. The oscilloscope has 6 settings memories, settings can be stored or recalled.

SAVE: In order to store a setting, first press the SAVE/RECALL button for some time, until the MODE buttons 32 start blinking. By pressing the respective mode button, the associated memory will be called and the present setting will be stored, the mode button LEDs will then extinguish. If the SAVE/RECALL button was pressed inadvertently, this can be repaired by pressing it again or any other button except the mode buttons.

RECAL: For recalling press the SAVE/RECALL button just shortly, the mode buttons 32 will light up. By pressing the desired mode button, the settings stored in that memory will be taken over by the oscilloscope. The mode buttons will then extinguish. If the SAVE/RECALL button was pressed inadvertently, this can be repaired by pressing it again or any other button except the mode buttons.

Please note that the signal presently displayed should be similar to that which was present at the time the setting was stored! If any other signal (frequency, amplitude) is being displayed when recalling, seemingly „false" displays may result as the recalled settings may not be appropriate for the other signal.

7 **AUTOSET**
See also the chapter AUTOSET. Pressing this button will cause the instrument to automatically choose a setting which generates a meaningful display. If the modes XY or Component Tester were active before pressing this button, AUTOSET will switch to the Yt mode last used (CH 1, CH 2, DUAL).

8 **AUTO / NORM –**LED button
By pressing this button shortly the trigger mode will be alternated between AUTO and NORMAL triggering. The LED will light up when NORMAL triggering is selected.

AUTO: Automatic triggering is available with or without peak-to-peak measurement. The TRIGGER LEVEL 10 knob is active in both cases. The automatic triggering circuit will also provide a bright baseline if there is no signal or an insufficient one for triggering. See the specifications for the lower frequency limit below which automatic triggering does not function, i.e. the display will not be triggered.

With peak-to-peak triggering the range of the TRIGGER LEVEL 10 control will be automatically adjusted to the present peak-to-peak signal level. Without this function there is no relationship between the signal amplitude and the range of the trigger level control, hence the trigger level may then be set too high or too low. The automatic triggering circuit will display the signal, but it will not be triggered.

Whether peak-to-peak triggering is active or not depends on the operating mode and the trigger coupling selected. By turning the TRIGGER LEVEL knob and looking for the start of the display, it will be obvious whether it is active or not.

NORM: This is called the normal mode because it is the only one which allows triggering of complex waveforms and of very low frequency signals; in this mode the automatic and the peak-to-peak functions are disabled. A disadvantage of this mode is the fact that there will no trace visible if there is no signal, if the signal is insufficient for triggering or if the TRIGGER LEVEL 10 control is set inappropriately for the signal applied. The best procedure is to use auto peak-to-peak triggering as the standard and use NORM only if necessary.

9 **SLOPE –** LED button
This button selects either the plus (⎍) or the minus (⎎) slope of the triggering signal. The LED will light up if the negative slope is selected.

10 **TRIGGER LEVEL –** Knob
With this control the level of the triggering signal is determined at which the trigger comparator will respond and generate a signal to start the time base. The slope is selected with the above slope button. The trigger point is the point on the signal at which the display starts, it can be moved along the signal with the TRIGGER LEVEL control. See also the explanations in the foregoing paragraphs about automatic, peak-to-peak and normal triggering. In some combinations it is possible to loose triggering if the trigger level control is not set appropriately. Pressing AUTOSET 7 will restore a triggered display in most cases.

11 **TRIG'd** – LED
This LED will light if up the time base receives start pulses from the trigger comparator. Depending on the frequency of the pulses the LED will blink or appear to light steadily.

12 **X-MAG/ x10** – Button with „x 10" LED
This button switches the X magnifier on/off, the LED wil indicate if the magnifier is on. The magnified portion of the display can be shifted with the X-POSITION 13 control. The magnification expands the display around the screen center, hence the normal procedure is to move the portion to be magnified to the center with the X-POSITION control and then to activate the magnifier. In XY mode the magnifier is disabled.

13 **X-POSITION**
With this knob the display can be moved in X direction (horizontally). See the paragraph above for its use together with the magnifier.

14 **VOLTS/DIV, CH1 + CH2 –** knobs
These are dual function knobs: it is used to select the appropriate sensitiviy for the signal of each channel's input, by pressing it shortly it will assume the „Variable" (VAR) function (see below), while this is active, the sensitivity indicators (ring of LEDs around the knob) will blink as a warning that the sensitivity is now uncalibrated. The knob is only enabled if CH1 or CH2 was activated or selected as the trigger source (CH1 or CH2 only, dual trace, ADD, XY).

Sensitivity selection (Input attenuator)
If the sensitivity indicator LED does not blink, the sensitivity selected will be calibrated. The sensitivity can be decreased CCW to 20 V/DV and increased CW to 1 mV/DIV in 1 – 2 – 5 steps.

VAR (CH1 + CH2)
By pressing the VOLTS/DIV 14 knobs shortly, its function will be changed to „Variable" which will be indicated by blinking of the sensitivity indicator LEDs around the knob. Pressing it again will restore the calibrated sensitivity, the blinking will stop. As long as the variable function is enabled, the display will be uncalibrated! CCW rotation will decrease the sensitivity, CW rotation will increase it. The variable allows hence to bridge the 1 – 2 – 5 steps of the sensitivity switch. If any of the two limits of the variable range is reached, an acoustic signal will indicate this. This function is frequently used e.g. for measuring rise times: because the rise time is defined from 10 to 90 % of the full amplitude, the variable comes in handy to set the (uncalibrated) signal amplitude e.g. precisely to 6 divisions peak-to-peak; by shifting the display horizontally with the X position control, the rise time can be read from 6 mm from the bottom to 6 mm below the top of the waveform.

15 **TIME/DIV –** knob
This knob has a triple function:
1. It selects the time base speed.
2. By pressing it shortly, it will assume the „Variable" VAR function, this will be indicated by blinking of the LEDs around the knob.
3. After pressing the HOLD-OFF/ON 27 button, it will assume the function of hold-off time adjustment, this will be indicated by the button 27 lighting up, refer to 27.

The time base speed is selectable in 1 – 2 – 5 steps, turning the knob CCW, it can be decreased to 0.2 s/DIV, turning it CW, it can be increased to 100 ns/DIV, the speed will be indicated by the LEDs around the knob,

e.g. 10µs (/DIV). By activating the X-MAG / x10 [12], the speed can be further increased by a factor of 10 up to the maximum of 10ns/DIV.

VAR: If the variable function was selected by pressing the knob shortly, the time base speed can be reduced by turning it CCW and increased by turning it CW, uncalibrated. Whenever the limits are reached, an acoustic signal will be heard. By pressing the knob again, the function variable can be left any time and calibrated operation resumed.

Hold-off time adjustment: Please rever to item [27].

[16] **CH 1 –** LED button
This button selects CH 1 as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY, CH 1 can be selected as the active internal trigger source by pressing this button which will be indicated by the LED lighting up.

INTERNAL TRIGGERING: The trigger signal is taken off internally.

[17] **CH 2 –** LED button
This button selects CH 2 as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY, CH 2 can be selected as the active internal trigger source by pressing this button which will be indicated by the LED lighting up.

[18] **LINE –** LED button
This button selects the line (mains) as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY the line (mains) can be selected as the active trigger source which will be indicated by the LED lighting up.

LINE TRIGGERING: The trigger signal is not derived from an input signal but from the mains and taken from the power supply.

[19] **EXT –** LED button
This button selects the external input as the trigger source. In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button will select the external BNC input EXT.TRIG/Z-INP [31] as the trigger source which will be indicated by the LED lighting up. The external Z-INP for intensity modulation will be disabled.

EXTERNAL TRIGGER SOURCE: The trigger signal is not taken from the measuring signals but from an external source.

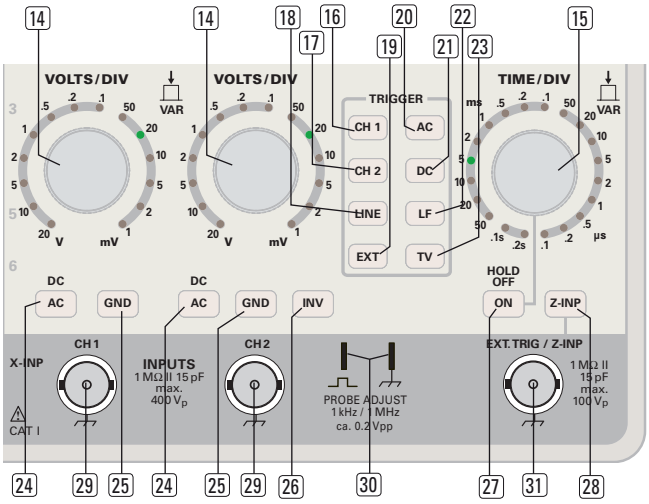
[20] **AC –** LED button
In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button shortly will select AC trigger coupling which will be indicated by the LED lighting up.

[21] **DC –** LED button
In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button shortly will select DC trigger coupling which will be indicated by the LED lighting up. The peak-to-peak detection will be disabled.

[22] **LF –** LED button
In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button will insert a low pass filter (see the specifications) into the trigger path which will be indicated by the LED lighting up. The low pass will suppress high frequency interference which could disturb triggering.

[23] **TV –** LED button
In all operating modes of the vertical amplifier except XY pressing this button shortly will activate the TV trigger separator which will be indicated by the LED lighting up. The following remarks apply to the PAL TV standard.

For frame synchronization the TIME/DIV [15] knob should be set between 0.2 s/DIV and 1 ms/DIV, at 2 ms/DIV a full frame will be displayed.



For line sycnhronization the TIME/DIV [15] knob should be set between 0.5 ms/DIV and 0,1 µs/DIV. At 10 µs/DIV single lines can be displayed, about 1 ½ lines will be visible.

[24] **DC/AC –** LED buttons for CH 1 + CH2
By pressing these buttons shortly, the coupling of channel 1 or 2 resp. can be alternated between DC and AC, the LED will light up if AC is selected.

[25] **GND –** LED buttons for CH 1 + CH2
By pressing these buttons shortly, the input of the channel 1 or 2 preamplifier will be connected to ground resp., which will be indicated by the LED lighting up. The signal present at the input BNC connector can not influence the trace. In Yt-mode with auto trigger an undeflected trace will be visible (zero-volts trace position) .In XY-mode there will be no deflection in X and Y directions respectively.

[26] **INV –** LED button for CH 2
By pressing this button shortly, the display of the channel 2 signal can be alternated between normal and inverted. The LED will light up if inversion is selected.

[27] **HOLD-OFF/ON –** LED button
By shortly pressing this button, adjustment of the hold-off time by turning the knob /TIME/DIV [15] will be activated which will be indicated by the LED lighting up. Refer to item [15] for information about the triple function of this knob. The knob allows an increase of the hold-off time from its minimum value by turning it CW, if the end of the range is reached, an acoustic signal will be heard. Also, when the knob is turned CCW, the acoustic signal will sound when the minimum value is reached. As soon as the hold-off time adjustment is disabled by again pressing [27] , the hold-toff ime will be automatically reset to its minimum value. By shortly pressing the TIME/DIV knob while [27] is activated, it is possible to alternate between setting the time/div. and hold-off time adjustment. See also under „Hold-off time adjustment".

[28] **Z-INP –** LED button
By shortly pressing this button, the function of the input EXT.TRIG / Z-INP [31] is changed from external trigger input to external intensity modulation input which will be indicated by the LED lighting up. If external triggering or the COMPONENT TESTER are selected, no intensity modulation will be possible resp. it will be disabled. 0 V at the input will not change the trace intensity, with 5 V TTL level the trace will be fully suppressed, higher voltages are not allowed.

[29] **INPUT CH1 + CH2 –** BNC connectors
These are the CH1 and CH2 inputs in Yt-mode and the X input in XY mode. The ground of this connector is connected to the chassis and thus to the mains safety earth. The buttons DC/AC [24] , GND [25] and INV [26] (CH2 only) corresponf to this input.

30 **PROBE ADJUST ⎍ –** Contact
At this contact a square wave signal of 1 kHz or 1 MHz with a rise time of <5 ns and an output impedance of 50 Ω is available for the adjustment of probes other than 1:1, the amplitude is appr. 0.2 V_{pp}. For probe adjustment purposes neither the frequency, nor the duty cycle nor the exact amplitude are of concern.
The frequency of the square wave depends on the setting of the TIME/DIV 15 selector: between 0.2 s/DIV and 100 µs/DIV the frequency will be 1 kHz and between 50 µs/DIV to 100 ns/DIV it will be 1 MHz. See the chapter „First time operation and initial settings and „Probe adjustment and application."

PROBE ADJUST ⏚ : This contact is the ground connection for the probe.

31 **EXT.TRIG/Z-INP –** BNC connector
This is either the external trigger or the external intensity modulation input . The input impedance is 1 MΩ II 15 pF. The ground of this connector is connected to the chassis and thus to the mains safety earth. By shortly pressing the Z-INP 28 button the function of the input can be changed.

EXT.TRIG: This BNC connector is the external trigger input if the Z-INP LED is extinguished. The trigger source is selected with the buttons 16 to 19 ; if external triggering is selected, the Z input will be automatically disabled.

Z-INP: Z modulation is only possible if the Z-INP 28 button is illuminated. It is not possible to combine Z modulation with either external triggering or with the „Component Tester" function, selecting one of these will disable the Z modulation. With 0 V at this input the trace intensity will not be influenced, with 5 V TTL level the trace will be fully suppressed; do not apply higher voltages.

32 **MODE select buttons** with LED
Selection of CH1, CH 2, DUAL, ADD, XY and Component Tester modes, the active mode is indicated by the respective LED lighting up. Change of modes just requires shortly pressing the button of the desired function. The modes do not affect the trigger control status.

CH 1: This button has a dual function: it either selects single channel 1 operation or allows access to the settings memory 1. Single channel CH 1 operation will automatically also select CH 1 as the trigger source unless external or line triggering were selected, this will be indicated by the trigger source button 16 lighting up. The last function of the VOLTS/DIV 14 knob will be preserved. All control elements belonging to this channel will be activated.

CH 2: This button has a dual function: it either selects single channel 2 operation or allows access to the settings memory 2. Single channel CH2 operation will automatically also select CH2 as the trigger source unless external or line triggering were selected, this will be indicated by the trigger source button 17 lighting up. The last function of the VOLTS/DIV 14 knob will be preserved. All control elements belonging to this channel will be activated.

DUAL: This button has a dual function: it either selects the dual channel mode or allows access to the settings memory 3. The trigger settings existing before selecting DUAL mode remain valid unless they are now changed intentionally. In DUAL mode the LED will light up. In dual channel mode the channel switching may be alternated or chopped.

ADD: This button has a dual function: it either selects the ADD mode or allows access to the settings memory 4. The trigger settings existing before switching to ADD remain valid unless they are now changed intentionally. The active ADD mode is indicated by the LED lighting up.

Addition of CH 1 and CH 2 mode:
In this mode the signals of channels 1 and 2 are algebraically added, if CH 2 is inverted CH1 – CH 2 will be displayed. CH 2 – CH 1 is not available.
For a correct result the settings of the two VOLTS/DIV selectors must be identical. The vertical position is now influenced by both Y position controls. See the respective paragraph in the introductory part of this manual for further information, because the use of this mode requires much care in order to avoid false measurements!

XY: This button has a dual function: it either selects the XY mode or it allows access to the settings memory 5. If XY is active, the LED will light up.

XY operation: In XY mode the following displays/indicators will be turned off:
1. The time base speed display.
2. The displays/indicators of trigger source, slope, coupling, hold-off time.

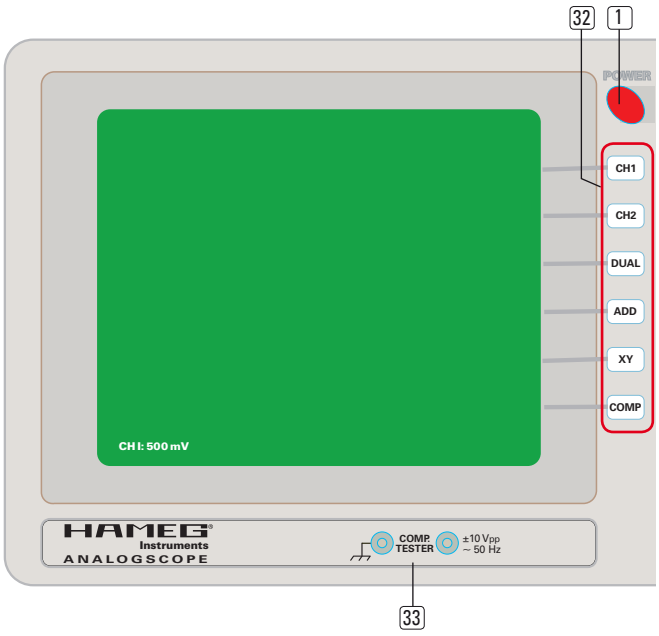
The existing trigger control settings before switching to XY are preserved, however.
Also all controls belonging to these displays/indicators will be disabled. The POSITION 1 5 and the TRIGGER LEVEL 10 knobs are disabled, too. The X position will remain to be controlled by the X-POSITION 13 knob.

COMP: This button has a dual function: it either selects the COMPONENT TESTER function or it allows access to the settings memory 6. If COMPONENT TESTER mode is selected, the LED will light up. By pressing any other button the COMPONENT TESTER will be disabled.

Operation of the COMPONENT TESTER
The button COMP alternates between scope and Component TESTER operation; when returning to scope operation, the last settings will be resumed. See also the chapter „Component Tester". In this mode the following controls and LED indicators are important:
- ADJUST – / + buttons 2, with their LEDs: INTENS, FOCUS, and TRACE 3
- X-POSITION knob 13

The test of electronic components is a two-pole measurement. The unit to be tested is connected to the two contacts below the screen by using 4 mm plugs

33 **COMPONENT TESTER –** 2 contacts for 4 mm plugs
The test leads from the unit under test are plugged in here, the left contact is connected to the chassis und thus to the mains safety earth. For DC or low frequency measurements it may be used as a ground terminal.



CE

HAMEG Instruments

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Hersteller / Manufacturer / Fabricant / Fabricante:
HAMEG Instruments GmbH · Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit
HAMEG Instruments GmbH certifica la conformidad para el producto

Bezeichnung:	**Oszilloskop**
Product name:	**Oscilloscope**
Designation:	**Oscilloscope**
Descripción:	**Oscilloscopio**

Typ / Type / Type / Tipo: **HM400**

mit / with / avec / con:

Optionen / Options /
Options / Opciónes:

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations /
avec les directives suivantes / con las siguientes directivas:

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE
Directiva EMC 89/336/CEE enmendada por 91/263/CEE, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE
Directiva de equipos de baja tensión 73/23/CEE enmendada por 93/68/EWG

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied /
Normes harmonisées utilisées / Normas armonizadas utilizadas:

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad:

EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)
Messkategorie / Measuring category / Catégorie de mesure: I

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution / Nivel de polución: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility /
Compatibilité électromagnétique / Compatibilidad electromagnética:

EN 61326-1/A1: Störaussendung / Radiation / Emission: Tabelle / table /
tableau 4; Klasse / Class / Classe / clase B.

Störfestigkeit / Immunity / Imunitee / inmunidad:
Tabelle / table / tableau / tabla A1.

EN 61000-3-2/A14: Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions
/ Émissions de courant harmonique / emisión de corrientes armónicas:
Klasse / Class / Classe / clase D.

EN 61000-3-3: Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations
and flicker / Fluctuations de tension et du flicker / fluctuaciones de tensión y flicker.

Datum / Date / Date / Fecha
01. 06. 2007

Unterschrift / Signature / Signatur / Signatura

Holger Asmussen
Manager

Indicaciones generales en relación al marcado CE

Los instrumentos de medida HAMEG cumplen las prescripciones técnicas de la compatibilidad electromagnética (CE). La prueba de conformidad se efectúa bajo las normas de producto y especialidad vigentes. En casos en los que hay diversidad en los valores de límites, HAMEG elige los de mayor rigor. En relación a los valores de emisión se han elegido los valores para el campo de los negocios e industrias, así como el de las pequeñas empresas (clase 1B). En relación a los márgenes de protección a la perturbación externa se han elegido los valores límite válidos para la industria. Los cables o conexiones (conductores) acoplados necesariamente a un osciloscopio para la transmisión de señales o datos influyen en un grado elevado en el cumplimiento de los valores límite predeterminados. Los conductores utilizados son diferentes según su uso. Por esta razón se debe tener en cuenta en la práctica las siguientes indicaciones y condiciones adicionales respecto a la emisión y/o a la impermeabilidad de ruidos.

1. Conductores de datos

La conexión de aparatos de medida con aparatos externos (impresoras, ordenadores, etc.) sólo se debe realizar con conectores suficientemente blindados. Si las instrucciones de manejo no prescriben una longitud máxima inferior, ésta deberá ser de máximo 3 metros para las conexiones entre aparato y ordenador. Si es posible la conexión múltiple en el interfaz del aparato de varios cables de interfaces, sólo se deberá conectar uno. Los conductores que transmitan datos deberán utilizar como norma general un aislamiento doble. Como cable de bus IEEE se presta el cable de HAMEG con doble aislamiento HZ72.

2. Conductores de señal

Los cables de medida para la transmisión de señales deberán ser generalmente lo más cortos posible entre el objeto de medida y el instrumento de medida. Si no queda prescrita una longitud diferente, esta no deberá sobrepasar los 3 metros como máximo. Todos los cables de medida deberán ser aislados (tipo coaxial RG58/U). Se deberá prestar especial atención en la conexión correcta de la masa. Los generadores de señal deberán utilizarse con cables coaxiales doblemente aislados (RG223/U, RG214/U).

3. Repercusión sobre los instrumentos de medida

Si se está expuesto a fuertes campos magnéticos o eléctricos de alta frecuencia puede suceder que a pesar de tener una medición minuciosamente elaborada se cuelen porciones de señales indeseadas en el aparato de medida. Esto no conlleva a un defecto o paro de funcionamiento en los aparatos HAMEG. Pero pueden aparecer, en algunos casos por los factores externos y en casos individuales, pequeñas variaciones del valor de medida más allá de las especificaciones predeterminadas.

4. Inmunidad al ruido de osciloscopios, analizadores de espectros

4.1 Campo electromagnético H

La influencia de campos eléctricos o magnéticos de radio frecuencia puede visualizarse (p. ej. RF superpuesta), si la intensidad del campo es elevada. El acoplamiento de estos campos se produce a través de la red de suministro eléctrico o los cables de medida y control, pero también por radiación directa. La radiación directa al instrumento de medida puede penetrar, a pesar del blindaje de la caja metálica, a través de los diferentes orificios de ventilación y de la pantalla.

4.2 Transientes rápidos / Descarga de electricidad estática

Cuando aparece un transiente rápido (Burst) y/o un acoplamiento directo vía suministro eléctrico o de forma indirecta (capacidad) vía cables de medida o control, puede ser posible que se inicie el disparo.El disparo puede iniciarse también, por una descarga estática directa o indirecta (ESD). Ya que la presentación de señales en el osciloscopio debe poder realizarse también con una amplitud de señal pequeña (<500µV), no se puede evitar un inicio del disparo y su presentación posterior, a causa de estas señales (>1kV).

HAMEG Instruments GmbH

Deutsch 3
English 22
Français 62

Español

Indicaciones generales en relación al marcado CE 40

Analog Oscilloscopio de 40 MHz 42

Datos técnicos 43

Información general 44
Símbolos 44
Colocación del aparato 44
Montar / desmontar el asa 44
Seguridad 44
Condiciones de funcionamiento 44
Garantía y reparaciones 45
CAT I 45
Mantenimiento 45
Tensión de red 45

Descripción abreviada de los elementos de mando 46

Principios básicos 48
Formas de tensión de señal 48
Magnitud de la tensión de la señal 48
Periodos de una señal 49
Conexión de la tensión de señal 49

Puesta en marcha y ajustes previos 50
Rotación de la traza TRACE 50
Uso y ajuste de las sondas 50
Ajuste a 1 kHz 50
Ajuste a 1 MHz 50

Modos de funcionamiento de los amplificadores verticales 51
Modo de funcionamiento en XY 51
Medidas de diferencia de fase en modo DUAL (Yt) 52

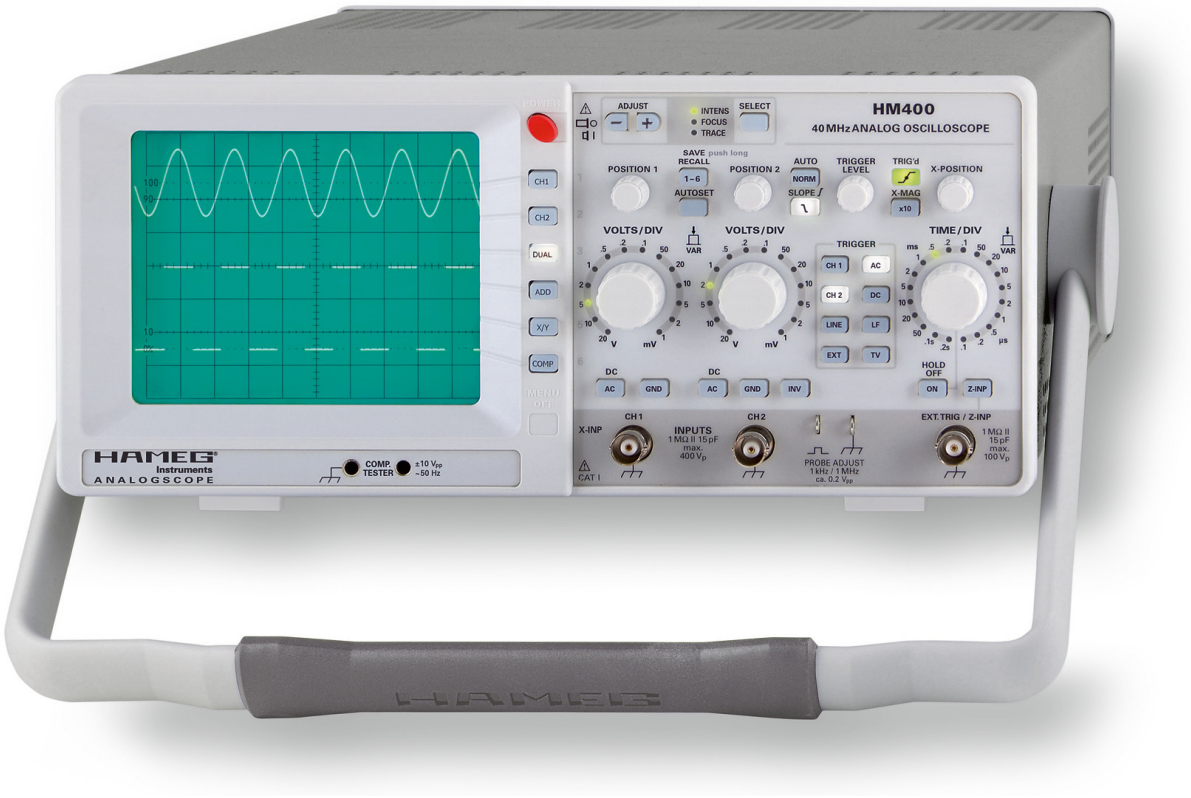
Disparo y desvío de tiempo 52
Disparo automático sobre valores pico 52
Disparo Normal 52
Acoplamientos de Disparo 53
TV (Disparo con señal de vídeo) 53
Disparo con impulso de sincronismo sobre imagen (cuadro) 53
Disparo con impulso de sincronismo sobre líneas 53
Disparo de RED 54
Disparo Externo 54
Indicación de disparo TRIG'd 54
Ajuste de tiempo HOLD OFF 54

AUTOSET 55

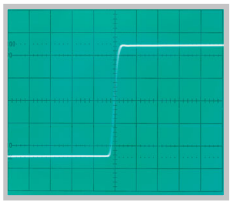
Tester de Componentes 55
Comprobaciones directamente en el circuito 56

Mandos de Control 56
[1] POWER 56
[2] ADJUST – / + 56
[3] LEDs de indicación 56
[4] SELECT 57
[5] POSITION 1 + POSITION 2 – mandos gritarios 57
[6] SAVE/RECALL 57
[7] AUTOSET 57
[8] AUTO/NORM 57
[9] SLOPE 57
[10] TRIGGER LEVEL 57
[11] TRIG'd – Indicador LED 58
[12] X-MAG/ x10 58
[13] X-POSITION 58
[14] VOLTS/DIV – mandos gritarios (CH1 / CH2) 58
[15] TIME/DIV – mando gritario 58
[16] CH 1 – Tecla con indicaciónLED 59
[17] CH 2 –Tecla con indicaciónLED 59
[18] LINE – Tecla con indicaciónLED 59
[19] EXT – Tecla con indicaciónLED 59
[20] AC – Tecla con indicaciónLED 59
[21] DC – Tecla con indicaciónLED 59
[22] LF – Tecla con indicaciónLED 59
[23] TV – Tecla con indicaciónLED 59
[24] DC/AC – Tecla con indicaciónLED (CH 1 / CH 2) 59
[25] GND – Tecla con indicaciónLED (CH 1 / CH 2) 59
[26] INV – Tecla con indicaciónLED (CH 2) 59
[27] HOLD-OFF/ON – Tecla con indicaciónLED 59
[28] Z-INP – Tecla con indicaciónLED 59
[29] INPUT CH 1 / CH 2 – Bornes BNC 59
[30] PROBE ADJUST – Lengüeta de contacto 60
[31] EXT.TRIG/Z-INP – Borne BNC 60
[32] Teclas Mode con LED 60
[33] COMPONENT TESTER – 2 bornes 61

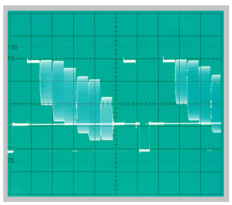
Osciloscopio analógico de 40MHz
HM400



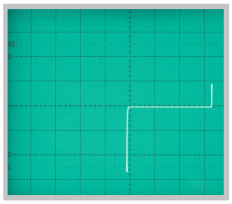
Ninguna deformación de la señal a causa de sobreoscilaciones



Señal de video de TV sincronizada con disparo sobre línea



Línea característica de un diodo Zener, en modo de tester de componentes



- ☑ **Sensibilidad de entrada y márgenes de tensión de entrada, no igualables a este nivel de precio**
- ☑ 2 canales con coeficientes de desvío de 1mV/Div...20V/Div, variable hasta 50V/Div
- ☑ Base de tiempos: 0,2s/Div...100ns/Div, con expansión X hasta 10ns/Div
- ☑ Amplificadores de medida de bajo ruido, con alta fidelidad en la presentación de impulsos y con sobreimpulsos mínimos
- ☑ Disparo estable desde 0...50MHz con disparo sobre valores de pico a partir de 0,5Div de altura de imagen (hasta 80MHz a partir de 1Div)
- ☑ AutoSet, memorias Save/Recall para 6 ajustes completos de los mandos del equipo
- ☑ Modos de funcionamiento Yt y XY, con entrada Z para la modulación de intensidad
- ☑ Verificación de componentes (p.ej. en el servicio técnico) mediante el tester de componentes (2 polos) incorporado
- ☑ Bajo consumo, sin ruido (sin ventilador)

Osciloscopio analógico de 40 MHz HM400

Todos los valores con 23º C, en base a un precalentamiento de 30 minutos

Amplificador Vertical

Modos de funcionamiento:	Canal 1 (C1) o Canal 2 (C2) individuales, Canal 1 y Canal 2 alternados o choppeados, suma o resta de CH 1 y CH 2
Inversión:	Canal 2
Modo XY:	CH 1 (X) y CH 2 (Y)
Ancho de banda (-3 dB):	
DC, 5 mV/Div...20 V/Div:	0...40 MHz
AC, 5 mV/Div...20 V/Div:	2Hz...40 MHz
DC, 1 mV/Div...2 mV/Div:	0...10 MHz
AC, 1 mV/Div...2 mV/Div:	2Hz...10 MHz
Tiempo de subida (calculado):	‹35 ns (1 mV/Div...2 mV/Div) ‹8,75 ns (5 mV/Div...20 V/Div)
Coeficientes de deflexión:	Secuencia 1-2-5 ± 5 % (1 mV/Div...2 mV/Div) ± 3 % (5 mV/Div...20 V/Div)
Variable (descal.):	› 2,5:1 hasta › 50 V/Div
Impedancia de entrada:	1 MΩ II 15 pF
Acoplamiento de entrada:	DC -AC-GND (Masa)
Tensión de entrada:	400V (DC + pico AC)

Disparo

Automático (valores pico):	5 Hz...50 MHz (≥ 0,5 Div), 50 MHz...80 MHz (≥ 1 Div)
Normal con ajuste Level:	0...50 MHz (≥ 0,5 Div), 50 MHz...80 MHz (≥ 1 Div)
Pendientes:	positivo o negativo
Fuentes:	Canal 1 o 2, red y externo
Acoplamiento:	AC (5 Hz...80 MHz), DC (0...80 MHz), LF (0...1,5 kHz)
Indicación de disparo:	LED
Señal de disparo externa:	
Impedancia de entrada:	1 MΩ II 15 pF
2º disparo:	0,3 V_{pp} ≤ 5 V, DC (0...50 MHz), AC (20 Hz...50 MHz)
Tensión de entrada:	100 V (DC + pico AC)
Separador activo de sincronismos de TV:	cuadro y línea, +/-

Amplificador Horizontal

Coeficientes de tiempo:	0,2 s/Div...100 ns/Div (Secuencia 1-2-5)
Precisión:	± 3 %
Variable (descal.):	› 2,5 :1 hasta › 1,25 s/Div
con expansión X x10:	hasta 10 ns/Div
Precisión:	± 5 %
Tiempo Hold-off:	hasta aprox. 10 :1 (variable)
Modo XY	
Ancho de banda del amplificador X:	0...2,5 MHz (-3 dB)
Diferencia de fase XY ‹ 3°:	‹ 120 kHz

Manejo / Indicadores

Manual:	con mandos y teclas
Autoset:	Ajuste automático de parametros
Save y Recall:	para 6 ajustes completos de mandos

Comprobador de Componentes

Tensión de test:	aprox. 7 V_{rms} (Circuito abierto)
Corriente de test:	máx. 7 mA_{rms} (Corto-circuito)
Frecuencia de test:	aprox. 50 Hz
Cables de test:	2 bornes de 4 mm Ø Circuito conectado a masa (Conducto de protección)

Varios

TRC:	D14-363GY, 8 x 10 Div, reticulación int.
Tensión de aceleración:	aprox. 2 kV
Rotación del trazo:	Ajustable desde el frontal
Entrada Z (Modulac. Ilumin., analog):	max. +5 V (TTL), 10 kHz
Salida ajuste de sonda ADJ:	Señal rectangular de 1 kHz / 1 MHz con aprox. 0,2 V_{pp} (tr ‹ 5 ns) para ajustar sondas
Conexión a red:	105...253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consumo:	aprox. 30 W con 230 V/50 Hz
Clase de protección:	+5 °C...+40 ° C ón I (EN 61010-1)
Temperatura de trabajo:	+5°C...+40°C
Temperatura de almacenamiento:	-20°C...+70°C
Humedad relativa máx.:	5%...80% (sin condensación)
Medidas (An x Al x Pr):	285 x 125 x 380 mm
Peso:	aprox. 4,8 kg

Contenido del suministro: Cable de red, manual de instrucciones, 2 sondas 1:1/10:1 (HZ154) con ajuste LF/HF

www.hameg.com

HM400S/051108/ce · Contenido salvo error u omisión · © HAMEG Instruments GmbH® · Certificado según DQS por DIN EN ISO 9001:2000, Reg. No.: DE-071040 QM

HAMEG Instruments GmbH · Industriestr. 6 · D-63533 Mainhausen · Tel +49 (0) 6182 800 0 · Fax +49 (0) 6182 800 100 · www.hameg.com · info@hameg.com

Información general

Después de desembalar el aparato, compruebe primero que éste no tenga daños externos ni piezas sueltas en su interior. Si muestra daños de transporte, hay que avisar inmediatamente al suministrador y al transportista. En tal caso no ponga el aparato en funcionamiento.

Símbolos

Atención al manual de instrucciones

Alta tensión

Masa

Téngalo en cuenta

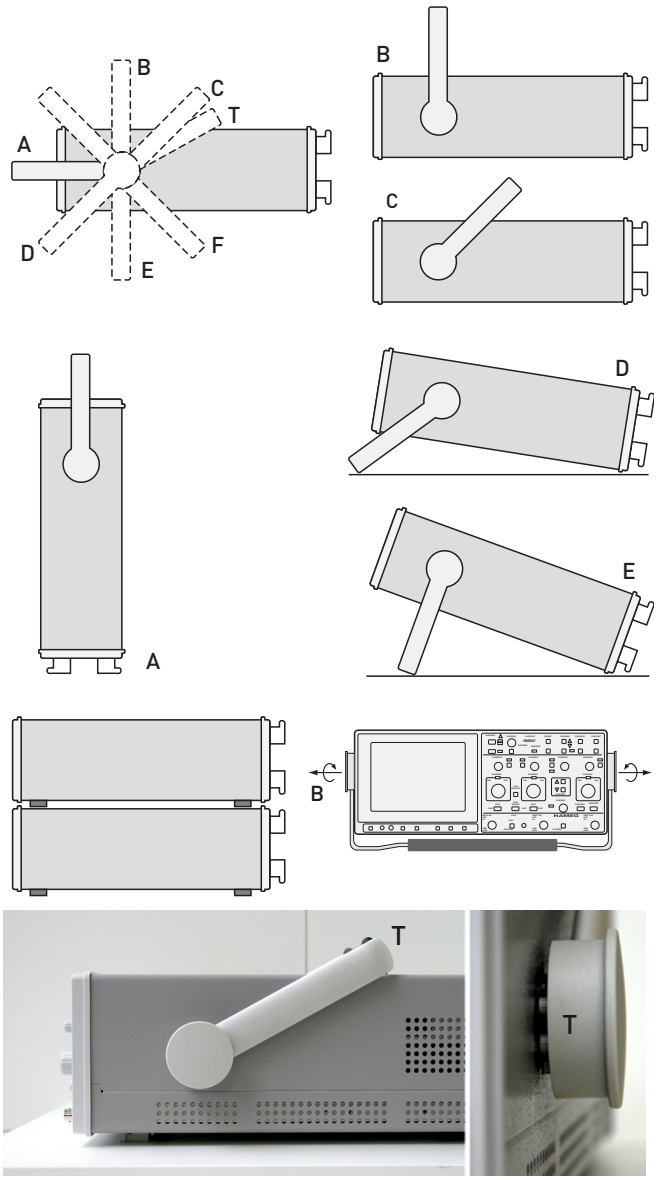
Colocación del aparato

Como se puede deducir de las imágenes, se puede girar el asa a varias posiciones:
A y B = posición para el transporte
C = posición para uso horizontal
D y E = utilización con varios ángulos
F = posición para desmontar el asa
T = posición para enviar el aparato (el asa no está encajada)

¡Atención!
Al cambiar la posición del asa, se ha de cuidar que el osciloscopio esté posicionado de forma que no se pueda caer, p.ej. sobre una mesa. Se han de estirar ambos botones simultáneamente hacia afuera y seguidamente se puede girar el asa a la posición deseada. Si no se separan los dos botones hacia afuera se pueden bloquear en la siguiente posición.

Montar / desmontar el asa

Según el modelo de aparato se puede desmontar el asa en la posición B o F estirando un poco más de los botones laterales. El asa se vuelve a montar invirtiendo el procedimiento..



Seguridad

Este aparato ha sido construido y verificado según las Normas de Seguridad para Aparatos Electrónicos de Medida VDE 0411 parte 1ª, indicaciones de seguridad para aparatos de medida, control, regulación y de laboratorio y ha salido de fábrica en perfecto estado técnico de seguridad. Se corresponde también con la normativa europea EN 61010-1 o a la normativa internacional CEI 1010-1.
El manual de instrucciones, el plan de chequeo y las instrucciones de mantenimiento contienen informaciones y advertencias importantes que deberán ser observadas por el usuario para conservar el estado de seguridad del aparato y garantizar un manejo seguro. La caja, el chasis y todas las conexiones de medida están conectadas al contacto protector de red (tierra). El aparato corresponde a la clase de protección I.

Las partes metálicas accesibles para el usuario están comprobadas con respecto a los polos de red con 2200V .

Por razones de seguridad, el aparato sin transformador de aislamiento solamente deberá conectarse a enchufes con toma de tierra según las normas en vigor.

El aparato deberá estar conectado a un enchufe de red antes de conectarlo a circuitos de señales de corriente. Es inadmisible inutilizar la conexión del contacto de seguridad.

Como en la mayoría de tubos electrónicos, el tubo de rayos catódicos también produce rayos-γ. Pero en este aparato la dosis iónica es muy inferior al valor permisible de 36pA/Kg.

Cuando haya razones para suponer que ya no es posible trabajar con seguridad, hay que apagar el aparato y asegurar que no pueda ser puesto en marcha. Tales razones pueden ser:
- el aparato muestra daños visibles,
- el aparato contiene piezas sueltas,
- el aparato ya no funciona,
- ha pasado un largo tiempo de almacenamiento en condiciones adversas (p.ej. al aire libre o en espacios húmedos),
- su transporte no fue correcto (p.ej. en un embalaje que no correspondía a las condiciones mínimas requeridas por los transportistas).

Condiciones de funcionamiento

El equipo ha sido determinado para ser utilizado en los ambien-tes de la industria, de los núcleos urbanos y empresas.
Por razones de seguridad, sólo se debe utilizar el instrumento si ha quedado conectado a un enchufe con conexión a masa según normas de seguridad. No está permitido desconectar la línea de protección (tierra). El conector de red debe enchufarse, antes de conectar cualquier señal al aparato.

Margen de temperatura ambiental admisible durante el funcionamiento: +5 °C ... +40 °C. Temperatura permitida durante el almacenaje y el transporte: -20 °C ... +70 °C. Si durante el almacenaje se ha producido condensación, habrá que climatizar el aparato durante 2 horas antes de ponerlo en marcha.

El instrumento se debe utilizar en espacios limpios y secos. Por eso no es conveniente trabajar con él en lugares de mucho polvo o humedad y nunca cuando exista peligro de explosión. Se debe evitar que actúen sobre él sustancias químicas agresivas. El equipo funciona en cualquier posición. Es necesario asegurar suficiente circulación de aire para la refrigeración. Por eso es preferible situarlo en posición horizontal o inclinada (sobre el asa).

Los orificios de ventilación siempre deben permanecer despejados.

Los datos técnicos y sus tolerancias sólo son válidos después de un tiempo de precalentamiento de 30 minutos y a una temperatura ambiental entre 15°C y 30°C. Los valores sin datos de tolerancia deben considerarse como valores aproximados para una aparato normal.

Garantía y reparaciones

Su equipo de medida HAMEG ha sido fabricado con la máxima diligencia y ha sido comprobado antes de su entrega por nuestro departamento de control de calidad, pasando por una comprobación de fatiga intermitente de 10 horas. A continuación se han controlado en un test intensivo de calidad todas las funciones y los datos técnicos.

Son válidas las normas de garantía del país en el que se adquirió el producto de HAMEG. Por favor contacte su distribuidor si tiene alguna reclamación.

Sólo para los paises de la UE
Los clientes de la UE pueden dirigirse directamente a Hameg para acelerar sus reparaciones. El servicio técnico de Hameg también estará a su disposición después del período de garantía.

Return Material Authorization – RMA
Por favor solicite un número RMA por internet o fax antes de reenviar un equipo. Si no dispone de un embalaje adecuado puede pedir un cartón original vacío de nuestro servicio de ventas (Tel: +49 (0) 6182 800 500, E-Mail: service@hameg.de).

CAT I

Se determina que este osciloscopio pueda efectuar mediciones en circuitos que no esten conectados directamente a la red eléctrica. Las mediciones directas (sin separación galvánica) en circuitos de medida de la categoría de medida II, III y IV no están permitidas! Los circuitos de un objeto bajo prueba no quedan conectados directamente con la red eléctrica, cuando el objeto bajo prueba se alimenta a través de un transformador separador de red de la clase II. Es posible trabajar tambien mediante la ayuda de convertidores adecuados (p. ej. pinzas de corriente), las cuales cumplen con las exigencias de la clase de protección II, de medir indirectamente en la red. Al efectuar mediciones, se deberá tener en cuenta la categoría de medida, para la que el fabricante ha determinado su convertidor.

Categorías de medida
Los circuitos de un objeto bajo medida se refieren a transientes en la red eléctrica. Los transientes son variaciones de tensión y corrientes muy rápidas (muy empinadas), que pueden aparecer de forma periódica o aleatoria. La magnitud de los posibles transientes, se incrementa como más cerca se esté situado de la fuente de la instalación de tensión baja.

Categoría de medida IV: Mediciones en la fuente de la instalaciónde tensión baja (p. ej.: en contadores).
Categoría de medida III: Mediciones en instalaciones de edificios(p. ej.: distribuidores de corriente, conmutadores de potencia,enchufes instalados de forma fija, motores eléctricos instalados de forma fija, etc.).
Categoría de medida II: Mediciones en circuitos de corriente,que están conectados eléctricamente directamente con la red de tensión baja (p. ej.: electrodomésticos, herramientas eléctricas portátiles, etc.).
Categoría de medida I: Equipos electrónicos y circuitos eléctricos protegidos incorporados en equipos.

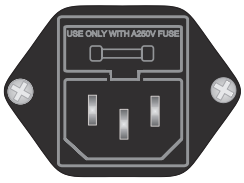
Mantenimiento

Se recomienda limpiar de vez en cuando la parte exterior del instrumento con un pincel. La suciedad incrustada en la caja, el asa y las piezas de plástico y aluminio se puede limpiar con un paño húmedo (agua con 1% de detergente suave). Para limpiar la suciedad grasienta se puede emplear alcohol de quemar o bencina para limpieza (éter de petróleo). La pantalla se puede limpiar con agua o bencina para limpieza (pero no con alcohol ni disolventes), secándola después con un paño limpio y seco sin pelusa. Después de la limpieza, es aconsejable tratarla con un spray antiestático convencional, idóneo para plásticos. En ningún caso el líquido empleado para efectuar la limpieza debe penetrar en el aparato. La utilización de otros productos puede dañar las superficies plásticas y barnizadas.

Tensión de red

El aparato trabaja con tensiones de red alternas de 105V a 253V. Un cambio de tensión no es necesario. Los fusibles de entrada de red son accesibles desde el exterior. El borne de red y el portafusibles crean una unidad. El portafusibles se encuentra por encima del borne de red de 3 polos.
El cambio de un fusible sólo debe efectuarse, habiendo desconectado el cable de red del borne. Con la ayuda de un pequeño destornillador se apretan hacia adentro las muescas que se encuentran a ambos lados del portafusibles. Véanse también las marcas en la caja. El portafusibles se desplaza gracias a unos muelles y puede ser extraído para cambiar el fusible. Hay que tener precaución que los muelles de contacto que sobresalen en los lados, no sean dañados. La introducción del portafusibles sólo es posible si la muesca inferior está en su posición correcta. El portafusibles se introduce, salvando la presión de los muelles, hasta que las muescas laterales encajan en su posición original. La utilización de fusibles «reparados» o el cortocircuito del portafusibles es ilícito. Cualquier defecto que tuviera el aparato por esta causa, no daría lugar al derecho de garantía.

Tipo de fusible:
Tamaño 5 x 20mm; 250V~
IEC 127, h. III; DIN 41662
(ó DIN 41571, h.3)
Desconexión: lenta (T) 0,8A



Descripción abreviada de los elementos de mando

1 **POWER** (tecla) 56
Tensión de red ON/OFF.

2 **ADJUST – / +** (Teclas) 56
Permite la variación del ajuste (– = reducir; + = aumentar) de varias funciones, según la función seleccionada con la tecla SELECT 4.

3 **LEDs de indicación:** 56
INTENS: El LED se ilumina, si se ha seleccionado con la tecla SELECT 4 el ajuste para la intensidad de luminosidad del trazo.
FOCUS: El LED se ilumina, si se ha seleccionado con la tecla SELECT 4 el ajuste para la nitidez (Focus) del trazo.
TRACE: El LED se ilumina, si se ha seleccionado con la tecla SELECT 4 el ajuste para la rotación sobre el eje horizontal (Trace) del trazo.

4 **SELECT** (Tecla) 57
Permite la selección de diferentes ajustes para el trazo (p.ej. intensidad, foco, rotación del trazo). Se selecciona con las teclas ADJUST 2, cuando se ilumina el correspondiente LEDs 3.

5 **POSITION 1 + POSITION 2** (Mandos giratorios) 57
Variación de la posición de canal 1 y canal 2 (CH1 + CH2).

6 **SAVE / RECALL** (Tecla con indicación LED) 57
Ofrece el acceso a las memorias de ajuste de los mandos, en combinación con las teclas MODE 32.

7 **AUTOSET** (Tecla) 57
Permite el ajuste automático de los mandos del equipo de modo idóneo y relacionado a la señal acoplada.

8 **AUTO / NORM** (Tecla con indicación LED) 57
Permite la selección entre el disparo automático (AUTO) y disparo normal (NORM) (ajuste manual). En modo de disparo normal, se ilumina la tecla. El equipo está en disparo automático, cuando la tecla no está iluminada.

9 **SLOPE** (Tecla con indicación LED) 57
Permite realizar el disparo sobre la pendiente de subida (⎍) o de caída (⎏) de la señal. Al realizar el disparo sobre la pendiente descendiente de la señal, se ilumina la tecla. Al realizar el disparo sobre la pendiente ascendente, la tecla queda sin iluminación.

10 **TRIGGER LEVEL** (Mando giratorio) 57
Ajuste del nivel de disparo para la base de tiempos

11 **TRIG'd** (Indicador LED) 58
El LED se ilumina cuando la señal de disparo cumple con los requisitos de disparo

12 **X MAG / x10** (Tecla con indicación LED) 58
Se realiza una expansión del eje X (horizontal) por el factor 10, y al mismo tiempo se realiza una variación de la indicación de coeficiente de tiempo.

13 **X-POSITION** (Mando giratorio) 58
Varía la posición en dirección X (horizontal) del trazo.

14 **VOLTS/DIV, CH1 + CH2** (Mandos giratorios) 58
Ajuste del coeficiente de desvío Y de canal 1 o canal 2 respectivamente y ajuste fino Y (VAR), al pulsar sobre el mando. En modo de ajuste fino, parpadea la indicación del coeficiente de desvío Y.

15 **TIME/DIV** (Mando giratorio) 58
Ajuste para el coeficiente de desvío X de la base de tiempos y ajuste fino de tiempo (VAR), al pulsar sobre el mando. En modo de ajuste fino, parpadea la indicación del coeficiente de desvío X. Si se tiene activado el tiempo de hold-off, se puede variar con el mando de TIME/DIV el tiempo de hold-off (ver tecla 27).

16 **CH1** (Tecla con indicación LED) 59
Selección de canal 1 (CH1) como fuente de disparo. Queda indicado su estado activo mediante la iluminación de la tecla.

17 **CH2** (Tecla con indicación LED) 59
Selección de canal 2 (CH2) como fuente de disparo. Queda indicado su estado activo mediante la iluminación de la tecla.

18 **LINE** (Tecla con indicación LED) 59
Selección del modo de disparo con frecuencia de red. Su estado activo queda indicado por la iluminación de la tecla.

19 **EXT** (Tecla con indicación LED) 59
Selección del modo de disparo con señal externa. Su estado activo queda indicado por la iluminación de la tecla.

20 **AC** (Tecla con indicación LED) 59
Selección del modo de disparo con señal de AC (Acoplamiento de una señal de tensión alterna). Su estado activo queda indicado por la iluminación de la tecla.

21 **DC** (Tecla con indicación LED) 59
Selección del modo de disparo con señal de DC (Acoplamiento de una señal de tensión continua). Su estado activo queda indicado por la iluminación de la tecla.

22 **LF** (Tecla con indicación LED) 59
Selección del modo de disparo con señal de LF (Acoplamiento de una señal a través de un filtro de paso bajo). Su estado activo queda indicado por la iluminación de la tecla.

23 **TV** (Tecla con indicación LED) 59
Selección del modo de disparo con señal de TV para señales de vídeo. Su estado activo queda indicado por la iluminación de la tecla.

24 **DC / AC; CH1 + CH2** (Teclas con indicación LED) 59
Selección del acoplamiento de entrada para DC o AC (Acoplamiento para tensión continua o tensión alterna) del canal 1 o canal 2 respectivamente. En modo de acoplamiento de entrada en AC, se ilumina la tecla.

25 **GND; CH1 + CH2** (Teclas con indicación LED) 59
Desconexión de la entrada para señales (GND = Ground) por el canal 1 o canal 2 respectivamente. Con la entrada desconectada, se ilumina la tecla.

26 **INV** (Tecla con indicación LED) 59
Invierte la presentación de la señal del canal 2 (CH2). La tecla se ilumina cuando la función de inversión está activada.

27 **HOLD OFF / ON** (Tecla con indicación LED) 59
Activa un tiempo de hold-off. Con la función activada se ilumina la tecla y con el mando giratorio TIME/DIV 15, se puede ajustar un tiempo de hold-off.

28 **Z-INP** (Tecla con indicación LED) 59
Activación de la entrada externa 31 para la modulación de intensidad (Z). Con la función activada se ilumina la tecla.

29 **INPUT CH1 + CH2** (Bornes BNC) 59
Entrada para señales por el canal 1 o canal 2 respectivamente y entrada para la deflexión horizontal en modo XY (= CH1).

30 **PROBE ADJUST** (Lengüeta de contacto) 60
Salida de señal con forma de onda rectangular de 1 kHz / 1 MHz, para la compensación de frecuencia en sondas con conmutadores de atenuación.

PROBE ADJUST (Lengüeta de contacto) 60
Conexión de masa de la señal de salida.

31 **EXT.TRIG / Z-INP** (Borne BNC) 60
Entrada para señales externas de disparo o para la modulación de intensidad (Z).

32 **Teclas MODE con indicación LED:** 60
CH1: Activa la entrada de la señal para canal 1 (CH1) o acceso a la memoria setup 1 del equipo. El estado activo se muestra por la iluminación de la tecla.

CH2:Activa la entrada de la señal para canal 2 (CH2) o acceso a la memoria setup 2 del equipo. El estado activo se muestra por la iluminación de la tecla.

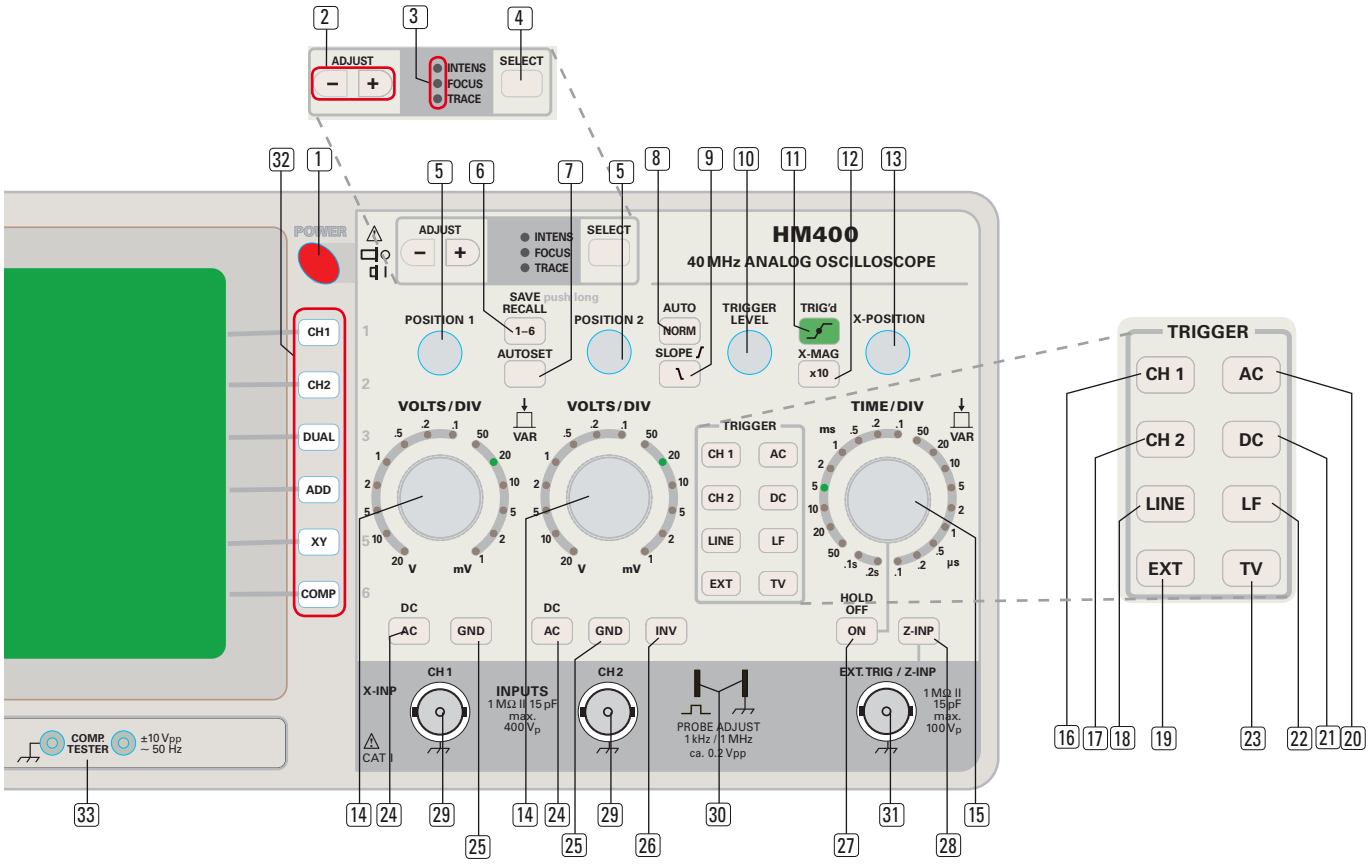
DUAL: Activa el modo de presentación en pantalla de dos señales DUAL o permite el acceso a la memoria setup 3 del equipo. El estado activo se muestra por la iluminación de la tecla.

DUAL : Activa el modo de suma de dos señales ADD o permite el acceso a la memoria setup 4 del equipo. El estado activo se muestra por la iluminación de la tecla.

XY: Activa el modo de presentación en pantalla XY o permite el acceso a la memoria setup 5 del equipo. El estado activo se muestra por la iluminación de la tecla.

COMP: Activa el modo de comprobador de componentes o permite el acceso a la memoria setup 6 del equipo. El estado activo se muestra por la iluminación de la tecla.

33 **COMPONENT TESTER** (2 bornes con Ø 4mm) 61
Conexión de los cables de test para el comprobador de componentes. El borne izquierdo (masa) queda conectado galvánicamente con la masa de tierra del cable de red.



Principios básicos

Formas de tensión de señal

El osciloscopio HM400 captura en modo de tiempo real prácticamente todas las señales repetitivas (tensiones alternas) con frecuencias de hasta mínimo 40 MHz (–3 dB) y tensiones continuas. El amplificador vertical ha sido diseñado de modo, que la calidad de transmisión no quede influenciada por el propio sobreimpulso.
La presentación de procesos eléctricos sencillos, como señales con forma senoidal de AF o BF o incluso tensiones con ruido de red, pueden ser presentadas sin ningún problema. Al realizar mediciones con frecuencias superiores de aprox. 14 MHz, se deberá tener en cuenta un error de medida, ocasionado por la pérdida de amplificación. Con aprox. 25 MHz, esta pérdida puede tener un valor aproximado al 10%, por lo que el valor real de la tensión presentada será entonces un 11% mayor. A causa de los anchos de banda diferentes entre los amplificadores verticales (–3 dB entre 40 MHz y 45 MHz) no se puede definir con precisión el error de medida.

Al presentar señales con forma de onda cuadrada o de impulso, se deberá tener en cuenta, que también se deben transmitir sus harmónicos. La frecuencia repetitiva de la señal deberá ser, por esta razón, muy inferior a la frecuencia límite superior del amplificador vertical. Al evaluar esas señales, se deberá tener en cuenta esta situación.

Más complicado son las presentaciones de mezclas de señales, especialmente cuando en ellas no aparecen unos niveles de disparo superiores con la misma frecuencia de repetición, sobre la que se pueda realizar el disparo o sincronización. Esto pasa por ejemplo con señales del tipo Burst. Para obtener entonces una imagen estable en pantalla, se deberá utilizar/modificar el tiempo de HOLD-OFF. Las señales de TV-Vídeo (FBAS) pueden ser visualizadas fácilmente con ayuda del separador activo de sincronismos TV-Syncr-Separator.

La resolución en tiempo se realiza de forma sencilla. Para p.ej. 40 MHz y la base de tiempos ajustada en su posición más rápida y utilizando la expansión en dirección horizontal (X) x10 (esto correspondería a 10 ns/DIV), se escribe sobre pantalla un periodo de la señal cada 2,5 DIV (DIV= 1 cuadrícula de pantalla).

Para el funcionamiento como amplificador de tensión alterna o continua, se puede seleccionar para cada una de las entradas de los dos amplificadores verticales el acoplamiento de entrada AC o DC (DC = tensión continua; AC = tensión alterna). Con el acoplamiento de tensión continua DC seleccionado, se pueden realizar mediciones incluso a bajas frecuencias, o se puede capturar así también, la parte de tensión continua de la tensión de la señal. Es preciso trabajar entonces con un atenuador antepuesto.

Trabajando con el acoplamiento de tensión alterna AC, del amplificador vertical, y durante el registro de señales de muy baja frecuencia, pueden aparecer inclinaciones en la parte superior de la señal rectangular (perturbaciones) (frecuencia límite en AC es aprox. 1,6 Hz para una atenuación de –3 db). En tal caso es preferible trabajar en acoplamiento DC, siempre que la tensión de la señal no incluya una componente de tensión continua demasiado elevada. De lo contrario habría que conectar, ante la entrada del amplificador de medida y en acoplamiento DC, un condensador de valor adecuado. Este deberá tener suficiente aislamiento de tensión. El funcionamiento con el acoplamiento de entrada en DC también es aconsejable cuando se miden señales lógicas y de impulso, sobre todo, cuando varia constantemente la relación de un impulso. De lo contrario, la imagen presentada se desplazaría verticalmente, con cada cambio de relación. Las tensiones continuas sólo se pueden medir con el selector situado en acoplamiento de entrada DC. El acoplamiento de entrada seleccionado se confirma mediante la iluminación de una tecla (ver elementos de control).

Magnitud de la tensión de la señal

En la electrónica, generalmente los datos de corriente alterna se refieren a valores eficaces. Sin embargo, al utilizar un osciloscopio para las magnitudes de las señales y los datos de las tensiones se utiliza en valor V_{pp} (voltio pico-pico). Este último corresponde a las verdaderas relaciones de potenciales entre el punto más positivo y el más negativo de una tensión.
Para convertir una magnitud senoidal registrada en la pantalla del osciloscopio a su valor eficaz, hay que dividir el valor V_{pp} por 2 x √2 = 2,83. En sentido inverso hay que multiplicar por 2,83 las tensiones senoidales en voltios eficaces para obtener la diferencia de potencial en V_{pp}. El siguiente diagrama muestra la relación entre las distintas magnitudes de tensión.
La tensión mínima de señal a la entrada Y que se requiere para obtener en pantalla una imagen de 1 DIV de altura es de 1 mVpp (+/–5%), si se muestra el coeficiente de deflexión de 1mV y el reglaje fino está en su posición calibrada. Sin embargo es posible visualizar señales inferiores. Los coeficientes de deflexión se presentan en mV_{pp}/DIV. o en V_{pp}/DIV.
Para realizar mediciones de amplitud, se debe tener el ajuste fino de la amplitud en su posición calibrada. En funcionamiento descalibrado, se puede reducir la sensibilidad de desvío de forma continua (ver mandos de control). De esta manera, se puede ajustar cualquier valor comprendido entre las secuencias de posiciones 1-2-5 del conmutador rotativo de atenuación de entrada. Sin atenuador se pueden visualizar señales de hasta 400 V_{pp} (coeficiente de desvío 20V/DIV x ajuste fino 2,5:1 x altura de retícula 8 DIV).

Si se desea obtener el valor de la tensión de la señal, se efectúa la lectura sobre pantalla correspondiente a las DIV en altura de la señal (en posición calibrada del conmutador de atenuaciones) y se multiplica con el coeficiente de desvío marcado en el conmutador del atenuador de entrada.

Sin atenuador de entrada adicional, no se deben sobrepasar los 400 V de tensión (independiente de la polaridad) en la entrada Y.

Si la señal que se mide es de tensión alterna, que viene sobrepuesta a una tensión continua (tensión mixta), el valor total de ambas tensiones (tensión continua y tensión de pico simple de la tensión alterna) tampoco debe sobrepasar los + o –400V. Tensiones alternas, cuyo valor medio es 0, pueden tener máximo 800 V_{pp}.

Al realizar mediciones con atenuadores antepuestos a la entrada, sus valores límite superiores serán sólo de aplicación, si se trabaja en modo de acoplamiento de entrada en DC.

Si a la entrada se tiene acoplada una tensión continua y se ha seleccionado el acoplamiento de entrada en AC, será válido el valor límite inferior de la entrada del osciloscopio (400 V). La atenuación resultante de la resistencia incorporada en la sonda y la resistencia de entrada de 1 MΩ del propio osciloscopio queda sin efecto cuando se trabaja en tensión continua, por el condensador de acoplamiento de entrada que es efectivo en modo de acoplamiento en AC. Al mismo tiempo se carga entonces el condensador con la tensión continua sin atenuar. Con tensiones mixtas AC/DC se deberá tener en cuenta, que en acoplamiento AC no se atenúa la parte de tensión continua, mientras que la parte de tensión alterna se atenúa dependiendo de la frecuencia dada por la resistencia capacitiva del condensador de acoplamiento. Con frecuencias ≥ 40 Hz, se puede partir de una relación de atenuación correspondiente al atenuador.

Bajo las condiciones arriba descritas, se pueden medir con las sondas Hameg del tipo HZ154 (relación de atenuación de 10:1), las tensiones continuas de hasta 400 V o tensiones alternas (con valor medio 0) de hasta 800 V_{pp}. Con sondas especiales de atenuación 100 : 1 (p. ej. el modelo Hameg HZ53), se pueden medir tensiones continuas de hasta 2400 V_{pp}. Sin embargo, este valor disminuye con frecuencias más

elevadas (ver los datos técnicos de la sonda HZ53). Si se utiliza una sonda convencional con tensiones elevadas, se corre el riesgo que los componentes incorporados en la sonda sean destruidos y que se deteriore al mismo tiempo la entrada Y del osciloscopio.

Sin embargo, si sólo desea observar la ondulación residual de una alta tensión, es suficiente utilizar una sonda de atenuación de 10:1. En tal caso, sólo habrá que anteponer un condensador apto para alta tensión (aprox. 22 – 68 nF).
Con el acoplamiento de entrada en posición GND y el mando de POSITION, se puede ajustar, antes de realizar una medición, el trazo sobre una línea de la retícula horizontal y crear así una línea de referencia para el potencial de masa. El trazo puede ajustarse a voluntad sobre cualquier línea horizontal, según se vayan a realizar mediciones cuantitativas con variaciones de tensión positivas o negativas referente al potencial de masa.

Periodos de una señal

Normalmente, cuando se trabaja con un osciloscopio, todas las señales a registrar son procesos que se repiten periódicamente, llamados también períodos. El número de períodos por segundo es la frecuencia de repetición. Según la posición del conmutador de la base de tiempos (TIME/DIV.), se puede presentar uno o varios períodos o también parte de un período. Los coeficientes de tiempo se indican en el READOUT en ms/DIV, µs/DIV y s/DIV.
Si se desea obtener la duración en tiempo de una señal, es suficiente multiplicar la duración en pantalla en DIV con el coeficiente de desvío (calibrado) del mando de la base de tiempos. Si el sector de tiempo que se desea medir es relativamente pequeño, en comparación al periodo completo de la señal, se puede trabajar con el magnificador de tiempo (X-MAG x10).
Girando el mando HORIZONTAL se puede situar el recorte de tiempo de interés en el centro de la pantalla. El comportamiento de sistema de una tensión de impulso se determina por su tiempo de subida. Los tiempos de subida o caída se miden entre un 10% y un 90% de su amplitud total.

Conexión de la tensión de señal

Una pulsación breve sobre la tecla AUTOSET es suficiente, para obtener un ajuste del aparato adecuado (ver AUTOSET). Las siguientes indicaciones son para la utilización manual de los mandos, cuando una utilización específica así lo requiera (véase también el apartado: „Mandos de Control y Readout")

¡Cuidado al conectar señales desconocidas a la entrada vertical!

Sin sonda atenuadora, el conmutador para el acoplamiento de la señal debe estar inicialmente siempre en posición AC y los atenuadores de entrada en 20 V/DIV. Si el haz desaparece de repente, sin haber pulsado la tecla de AUTOSET y después de haber conectado una tensión de señal, es posible que la amplitud de la señal sea excesiva y sobreexcite el amplificador de medida. En tal caso aumente el coeficiente de deflexión (sensibilidad inferior), hasta que la amplitud (deflexión vertical) ya solo presente de 3 a 8 DIV. En mediciones de amplitud con mandos calibrados y amplitud de señal superior a 160 V_{pp}, es imprescindible anteponer una sonda atenuadora que resista tensiones suficientes o superiores a la señal conectada. Si el haz se oscurece mucho al acoplar la señal, la duración del período de la señal de medida probablemente sea notablemente más grande que el valor ajustado en el conmutador TIME/DIV. (Base de tiempos). Entonces debería aumentarse el coeficiente en este mando.
La señal a visualizar, se puede conectar a la entrada del amplificador Y directamente a través de un cable de medida blindado (por ejemplo HZ32/34) o bien atenuada por una sonda atenuadora 10 : 1. Sin embargo, la utilización de un cable de medida en circuitos de alta impedancia, sólo es aconsejable cuando se trabaja con frecuencias relativamente bajas (hasta aprox. 50 kHz) y de forma senoidal. Para frecuencias mayores la fuente de la señal debe ser de baja resistencia, es decir, debe estar adaptada a la impedancia característica del cable coaxial (normalmente 50 Ω).

Para transmitir señales rectangulares o impulsos, es necesario cargar el cable con una resistencia a la entrada del osciloscopio. Esta debe tener el mismo valor que la impedancia característica del cable. Si se utiliza un cable de 50 Ω, como por ejemplo el cable HZ34, se puede obtener a través de HAMEG una resistencia terminal con referencia HZ22 de 50 Ω. Sobre todo al transmitir señales rectangulares con un tiempo de subida corto, puede ocurrir, que sin la resistencia de carga, aparezcan distorsiones sobre flancos y crestas de las señales. También las señales senoidales de más frecuencia (>100 kHz) deben conectarse sólo generalmente con una resistencia de carga adecuada. Algunos amplificadores, generadores o sus atenuadores sólo mantienen su tensión de salida nominal (sin que influya la frecuencia), si su cable de conexión está cargado con la resistencia adecuada.

Recuerde que la resistencia de carga HZ22 sólo se puede cargar con máximo 2 vatios. Esta potencia se alcanza con 10 V_{rms}, o en señales senoidales, con 28,3 V_{pp}.

Si se utiliza una sonda atenuadora 10 : 1 ó 100 : 1, la resistencia de carga no es necesaria. En ese caso el cable ya está adaptado a la entrada de alta impedancia del osciloscopio. Con una sonda atenuadora, la carga sobre fuentes de tensión con una alta impedancia interna es muy reducida (aprox. 10 MΩ II 12 pF con sondas de relación 10 : 1 (p.ej. sonda HZ51) y 100 MΩ II 5 pF con sondas de relación 100 : 1 (p.ej. sonda HZ53). Por esta razón siempre conviene trabajar con una sonda atenuadora, cuando sea posible compensar la pérdida de tensión con una posición de sensibilidad mayor. Además, la impedancia en serie de la sonda protege la entrada del amplificador vertical. Por fabricarse independientemente, todas las sondas atenuadoras se suministran pre ajustadas. Por lo tanto, hay que realizar un ajuste exacto sobre el osciloscopio (ver «Ajuste de las sondas»).

Las sondas atenuadoras corrientes conectadas a un osciloscopio suponen una reducción mayor o menor del ancho de banda y un aumento del tiempo de subida. En todos aquellos casos en los que se precise utilizar todo el ancho de banda del osciloscopio (p.ej. para impulsos con flancos muy empinados) aconsejamos los modelos de sondas HZ51 (10 : 1), HZ52 (10 : 1 HF) y HZ154 (1 : 1 y 10 : 1, conmutable) . Esto puede significar, en algunos casos, el ahorro de la adquisición de un osciloscopio con mayor margen de frecuencia y conlleva la ventaja adicional, que se pueden solicitar diferentes piezas de recambio en Hameg y reponerlas uno mismo. Las sondas referenciadas llevan adicionalmente al ajuste de compensación en baja frecuencia un ajuste para altas frecuencias HF. Con estas sondas y la ayuda de un calibrador conmutable a 1 MHz se puede corregir el retardo de grupo hasta cerca de la frecuencia límite superior del propio osciloscopio. Estas sondas, prácticamente no varían ni el ancho de banda, ni el tiempo de subida del osciloscopio. En cambio es posible, que mejore la presentación individual de señales rectangulares del osciloscopio y con ayuda de los ajustes se pueden corregir deficiencias específicas del comportamiento de transmisión de impulsos.

Al utilizar sondas de atenuación de 10 : 1 o 100 : 1 y con tensiones continuas superiores a 400 V, se deberá trabajar siempre en modo de acoplamiento de entrada DC.

Al acoplar señales en AC con baja frecuencia, la atenuación ya no es independiente de la frecuencia y los impulsos pueden mostrar inclinaciones de techo; las tensiones continuas se suprimen, pero son una carga para el condensador de acoplamiento de entrada del osciloscopio. Este resiste tensiones máximas de 400 V (DC + pico AC). Especialmente importante es el acoplamiento DC con una sonda atenuadora 100 : 1, que normalmente resiste tensiones máx. de 1200 V (DC + pico AC).
Para suprimir la tensión continua, se puede conectar un condensador con la correspondiente capacidad y aislamiento adecuado a la entrada de la sonda atenuadora (p.ej. para la medición de tensiones de zumbido).

En todas las sondas, la tensión de entrada está limitada a partir de 20kHz, por razones de frecuencia. Por eso es necesario tener en cuenta la curva de respuesta (Derating Curve) de la sonda en cuestión.

La elección del punto de masa en el objeto de medida (DUT) es muy importante, al presentar tensiones pequeñas. El punto de toma de masa, debe estar siempre lo más próximo posible al punto de medida. En caso contrario, el resultado de la medición puede quedar falseado por corrientes de masa que fluyen por cables de masa o por partes del chasis. Los cables de masa de las sondas también son un punto muy crítico. Estos deben ser lo más cortos y gruesos posible.

Al conectar el cabezal de una sonda a un borne BNC, es preferible utilizar un adaptador BNC. Con ello se evitan problemas de masa y de adaptación y compensación.

Si aparecen tensiones de zumbido o de ruido en el circuito de medida (especialmente con coeficientes de deflexión Y pequeños), pueden ser resultado de una múltiple toma de tierra, ya que en este caso podrían correr corrientes de compensación por los blindajes de los cables de medida (caída de tensión entre las conexiones de protección, producida por otros aparatos de red, p.ej. generadores de señal con condensadores antiparásitos).

Puesta en marcha y ajustes previos

Antes de la primera utilización debe asegurarse una correcta conexión entre la conexión de protección (masa del aparato) y el conducto de protección de red (masa de la red eléctrica) por lo que se deberá conectar el aparato a la toma de red con ayuda del cable de red original suministrado.

Mediante el conmutador rojo de red POWER, se pone en funcionamiento el aparato, iluminándose en un principio varios diodos luminosos. Entonces el osciloscopio realiza una autorutina de test. Si se detecta algún error, se emiten 5 pitidos. En este caso, es conveniente enviar el osciloscopio a un servicio técnico oficial de HAMEG. Después de realizar la rutina de test, el equipo se ajusta según los ajustes utilizados en el último trabajo.

Si después de unos 20 segundos de tiempo de calentamiento no se visualiza ningún trazo, es recomendable pulsar la tecla AUTOSET. Si se visualiza el trazo, se ajusta, si fuera necesario, una luminosidad adecuada y nitidez máxima , con las teclas de ADJUST "+" y "-" y la tecla SELECT.

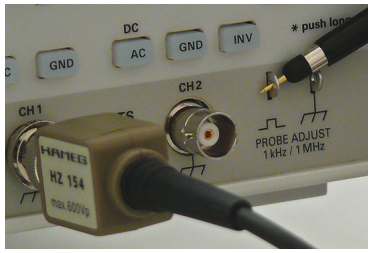
A efectos de cuidados del tubo de rayos catódicos (TRC), es aconsejable trabajar justo con una luminosidad de trazo suficiente, para la tarea que se pretende realizar. Se debe tener especial cuidado, al trabajar con un trazo en forma de punto (p.ej. modo XY). Si el trazo es ajustado con demasiada intensidad, se puede dañar la capa de fósforo. Además es perjudicial para el equipo, si este se enciende y apaga rápidamente y consecutivamente.

Se recomienda pulsar la tecla AUTOSET, antes de empezar con las tareas de medición. En la zona TRIGGER debería estar pulsada (e iluminada) la tecla AC y CH1 (canal1).

Rotación de la traza TRACE

A pesar del blindaje metálico alrededor del TRC, no es posible excluir todas las influencias magnéticas de tierra sobre el trazo. Estas varían según la situación del osciloscopio en el puesto de trabajo. Entonces el trazo no va paralelo a las líneas de la retícula. Se puede ajustar el trazo algunos grados respecto a la línea de retícula (ver: Mandos de control).

Uso y ajuste de las sondas



Para que la sonda utilizada proporcione la señal lo más verídicamente posible, esta se deberá adaptar a la impedancia de entrada del amplificador vertical. Un generador incorporado en el HM400, suministra para ello una señal rectangular con una señal con tiempo de subida muy corto (<5ns en la salida de aprox. 0,2V_{pp}) y cuya frecuencia se puede modificar con el mando de la base de tiempos TIME/DIV (ver: Mandos de control). La señal rectangular se suministra por las dos lengüetas situadas en la parte inferior del panel de mandos del equipo. Las lengüetas suministran una tensión de aprox. 0,2V_{pp}, para sondas 10 : 1. La tensión corresponde a una amplitud de imagen de 4cm de altura, si el atenuador de entrada del osciloscopio está ajustado al coeficiente de deflexión de 5mV/DIV.

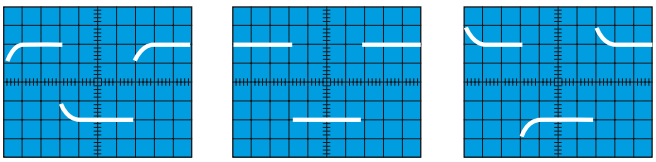
Ajuste a 1 kHz

El ajuste de este condensador (C-trimer) compensa (en baja frecuencia) la carga capacitiva de la entrada del osciloscopio. Con este ajuste el atenuador capacitivo obtiene la misma relación que un atenuador óhmico. Esto da como resultado, la misma atenuación de la tensión para frecuencias altas y bajas que para tensión continua. Este ajuste no es necesario ni posible, con sondas 1 : 1 fijas o sondas conmutadas a 1 : 1. Una condición para el ajuste, es que el trazo vaya paralelo a las líneas horizontales de la retícula (ver: Rotación del trazo TRACE).

Conectar la sonda atenuadora 10 : 1 a la entrada que se desea compensar (p.ej. INPUT CH1) , no tener pulsada ninguna tecla, conmutar el acoplamiento de entrada a DC, ajustar el conmutador del atenuador de entrada (VOLTS/DIV) a 4 DIV de altura de señal (5mV/DIV en atenuación 10 : 1) y el conmutador de la base de tiempos (TIME/ DIV.) a 0,2ms/DIV (ambos mandos en sus posiciones calibradas), conectar la sonda a la lengüeta de PROBE ADJ, como se muestra en la imagen.

En la pantalla aparecen dos períodos. Seguidamente hay que ajustar el trimer de compensación de baja frecuencia, cuya localización se describe en la información adjunta a la sonda.

El trimer se ajusta con el destornillador aislado que se adjunta, hasta que las crestas planas de la señal rectangular vayan exactamente paralelos a las líneas horizontales de la retícula (ver dibujo 4).



incorrecto correcto incorrecto

La altura de la señal debe medir 4 DIV.(cm) ±0,12 DIV.(3%). Los flancos de subida y caída de la señal, quedan invisibles durante este ajuste.

Ajuste a 1 MHz

Las sondas suministradas implementan unos elementos de corrección, con cuya ayuda es posible ajustar, de forma óptima, la sonda en el margen superior de la frecuencia límite del amplificador vertical.

Después del ajuste, no sólo se obtiene el ancho de banda máximo para una utilización con sonda, sino también un retardo de grupo constante

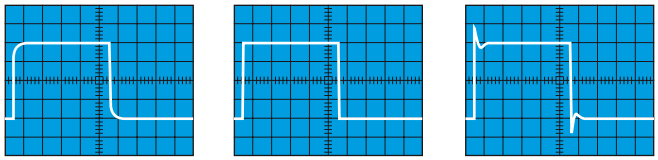
al límite del margen. Con esto se reducen a un mínimo las distorsiones cerca del flanco de subida (como sobreoscilaciones, redondeamiento, postoscilaciones, etc. en la parte superior plana de la señal).

Para este ajuste con alta frecuencia es indispensable un generador de onda rectangular con un tiempo de subida muy corto (típico 5 ns) y una salida de baja impedancia interna (aprox. 50 Ω), que genere una tensión de 0,2 V_{pp} con una frecuencia de 1 MHz. La salida "PROBE ADJ" del osciloscopio cumple estos datos, si se seleccionó 1 MHz como frecuencia de señal.

Conectar la sonda atenuadora a la entrada del canal que se desea compensar. Seleccionar la frecuencia de 1 MHz con el mando de la base de tiempos TIME/DIV (ver: Mandos de Control), seleccionar el acoplamiento de entrada en DC, ajustar el atenuador de entrada en 5 mV/div y la base de tiempos en 100 ns/DIV. (ambos en sus posiciones calibradas). Conectar la punta de la sonda a la lengüeta PROBE ADJUST. Sobre la pantalla aparecerá una señal cuyos flancos rectangulares son visibles. Ahora se realiza el ajuste en HF. Se debe observar para este proceso la pendiente de subida y el canto superior izquierdo del impulso. En la información adjunta a las sondas se describe la situación física de los elementos de ajuste de la sonda.

Los criterios para el ajuste en AF son los siguientes:
- Tiempo de subida corto que corresponde a una pendiente de subida prácticamente vertical.
- Sobreoscilación mínima con una superficie horizontal (techo) lo más recta posible, que corresponde a una respuesta en frecuencia lineal.

La compensación en HF debe efectuarse de manera, que la señal aparezca lo más cuadrada posible y que no aparezcan sobreimpulsos. Al finalizar el ajuste en HF, se deberá controlar la amplitud de la señal. Esta deberá tener el mismo valor que el obtenido con el ajuste de 1 kHz.



incorrecto correcto incorrecto

Es importante atenerse a la secuencia de ajustar primero 1 kHz y luego 1 MHz, pero no es necesario repetir el ajuste. Cabe anotar también, que las frecuencias del calibrador 1 kHz y 1 MHz no sirven para la calibración de la deflexión de tiempo del osciloscopio (base de tiempos). Además, la relación de impulso difiere del valor 1 : 1.
Las condiciones para que los ajustes de atenuación de los controles (o controles del coeficiente de deflexión) sean fáciles y exactos, son: crestas de impulso horizontales, altura de impulso calibrada y potencial cero en la cresta de impulso negativo. La frecuencia y la relación de impulso no son críticas.

Modos de funcionamiento de los amplificadores verticales

Los mandos más importantes para los diferentes modos de funcionamiento de los amplificadores verticales son las teclas MODE: CH1, CH2, DUAL, ADD y XY [32].

La conmutación de modo de funcionamiento se describe en el apartado de „Mandos de Control". El modo más común de presentación de señal mediante un osciloscopio es el modo Yt. En este modo la amplitud de la(s) señal(es) medida(s) desvía(n) el(los) trazo(s) en dirección Y (vertical). Al mismo momento se desplaza el haz de izquierda a derecha sobre la pantalla (Base de tiempos). El (los) amplificador(es) vertical(es) correspondiente(s) ofrece(n) entonces la(s) siguiente(s) posibilidad(es):
- La presentación de sólo una traza en canal 1
- La presentación de sólo una traza en canal 2
- La presentación de dos señales en modo DUAL (bicanal).
- La presentación de una señal, resultante de la suma algebraica o de la resta de dos señales (adición). (La resta es posible invirtiendo un canal).

En modo DUAL trabajan simultáneamente los dos canales. El modo de presentación de estos dos canales depende de la base de tiempos (ver "Mandos de Control"). La conmutación de canales puede realizarse (en alternado) después de cada proceso de desvío de tiempo. Pero también es posible conmutar continuamente mediante una frecuencia elevada ambos canales, durante un periodo de desvío de tiempo (chopmode). Así se pueden visualizar procesos lentos sin parpadeo.

Para la visualización de procesos lentos con coeficientes de tiempo ≤500 µs/DIV., no es conveniente la utilización del modo alternado. La imagen parpadea demasiado, o parece dar saltos. Para presentaciones con una frecuencia de repetición elevada y unos coeficientes de tiempo relativamente pequeños, no es conveniente utilizar el modo de chop.

Trabajando en modo de suma (ADD), se suman algebraicamente las señales de ambos canales (+CH1 ±CH2). El signo ± es para indicar si la señal es invertida (–) o no invertida (+). Si como resultado se obtiene la suma o la resta de las tensiones de la señal, dependerá del posicionamiento de la fase o de la polaridad de las propias señales o si se realizó un inversión de polaridad en el propio osciloscopio.

Tensiones de entrada con la misma fase:
Canal 2 sin invertir = suma
Canal 2 invertido = resta

Tensiones de entrada con la fase opuesta:
Canal 2 sin invertir = resta
Canal 2 invertido = suma

En el modo ADD la posición vertical del haz depende de los mandos Y-POSITION de ambos canales. Esto quiere decir, que el ajuste de Y.POSITION se suma, pero no se puede influenciar mediante las teclas INVERT.

Las tensiones entre dos potenciales flotantes con respecto a masa se miden muchas veces en funcionamiento de resta entre ambos canales. Así, también se pueden medir las corrientes por la caída de tensión en una resistencia conocida. Generalmente sólo se deben tomar ambas tensiones de señal con sondas atenuadoras de idéntica impedancia y atenuación, para presentar señales en modo de resta. Para algunas medidas de resta es ventajoso, no tener conectados los cables de masa de ambas sondas atenuadoras en el punto de medida. Con esto se evitan posibles perturbaciones por zumbido.

Modo de funcionamiento en XY

El mando de control más importante para este modo de funcionamiento es la tecla Mode designada con XY. El modo de conmutación de funcionamiento queda descrito en el apartado de „Mandos de Control", bajo el punto [32].
En este modo de funcionamiento queda desconectada la base de tiempos. La desviación en X (horizontal) se realiza mediante la señal conectada a la entrada de canal 1 (INPUT CH1 (X) = entrada horizontal). El conmutador de atenuación de entrada de canal 1 y su ajuste fino se utilizan en este modo XY para el ajuste de la amplitud en dirección X. Los ajustes en dirección horizontal se realizan con el botón de X-POSITION [13]. El mando de posición de canal 1 [5] queda sin función durante la utilización del modo XY. La sensibilidad máxima y la impe-

dancia de entrada son idénticas en ambas direcciones de desvío (en X y en Y). La expansión en dirección X x10 queda sin efecto en el modo XY. Hay que tener precaución durante mediciones en modo XY con la frecuencia límite superior (–3 dB) del amplificador X, así como con la diferencia de fase entre X e Y, que va en aumento con la frecuencia (ver ficha técnica).

Se puede cambiar la polaridad de la señal Y, si se usa la tecla INV del canal 2!

El modo de funcionamiento en XY con figuras de Lissajous, facilita o permite realizar determinadas medidas:

- La comparación de dos señales de diferente frecuencia o el reajuste de la frecuencia de una señal a la frecuencia de otra hasta el punto de sincronización. Esto también es válido para múltiplos enteros o fracciones de frecuencia de una señal.
- Comparación de fase entre dos señales de la misma frecuencia.

Medidas de diferencia de fase en modo DUAL (Yt)

Una mayor diferencia de fase entre dos señales de entrada con la misma frecuencia y forma se puede medir fácilmente en la pantalla en modo de dos canales simultáneos (DUAL) Yt. El barrido se dispara con la señal que sirve de referencia (posición de fase = 0). La otra señal puede tener un ángulo de fase avanzado o atrasado. Para mayor exactitud en la medida, es ventajoso, presentar en la pantalla aprox. un período de las señales y que estas tengan una amplitud similar. De forma alternativa, se puede realizar también una comparación de fase mediante una figura Lissajous, en modo de funcionamiento XY.

Sin influenciar el resultado, también se pueden utilizar los ajustes finos Y para la amplitud (VAR)(pulsar el mandos giratorios VOLTS/DIV [14]) y desvío de tiempo y el mando TRIGGER LEVEL [10]. Antes de la medida, ambas líneas de tiempo se ajustan con los botones POSITION 1 y POSITION 2 [5] exactamente sobre la línea central de la retícula. En señales senoidales se observan los cruces con la línea central, las crestas no resultan tan exactas. Si una señal senoidal está notablemente deformada por armónicos pares (las medias ondas no son simétricas) o existe una tensión continua de offset, se aconseja utilizar el acoplamiento AC para ambos canales. Si se trabaja con impulsos de forma idéntica, se mide en los flancos empinados de subida.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{b}$$

Disparo y desvío de tiempo

Los mandos de control y los indicadores importantes para estas funciones se encuentran a la derecha de los mandos VOLTS/DIV. Estos quedan descritos en el apartado "Mandos de Control". La variación en tiempo de una tensión que se desea medir (tensión alterna), se presenta en modo Yt (amplitud en relación al tiempo). La señal a medir desvía el rayo de electrones en dirección Y, mientras que el generador de desvío de tiempo mueve el rayo de electrones de izquierda a derecha sobre la pantalla con una velocidad constante y seleccionable (desvío de tiempo). Generalmente las tensiones repetitivas se presentan mediante desvíos de tiempo repetitivos. Para obtener una presentación estable en pantalla, se precisa que el siguiente inicio de la deflexión de tiempo se realice cuando se obtiene la misma posición (amplitud en tensión y dirección de pendiente) de la tensión (de señal) en el que la deflexión de tiempo se había iniciado también en el ciclo anterior (disparo sincronizado).
Anotación: El disparo se puede iniciar por la propia señal de medida (disparo interno) o por una señal acoplada externamente y sincronizada con la señal de medida (disparo externo). La señal mínima precisada para el disparo debe tener una amplitud mínima (tensión) para que el disparo pueda funcionar. Este valor se denomina umbral de disparo y se determina con una señal senoidal. En modo de disparo interno, se obtiene la tensión de disparo de la señal de medida (después de pasar por los atenuadores) que proviene del amplificador de entrada que se elige como fuente de disparo. La amplitud mínima (umbral de disparo) se especifica en mod de disparo interno en milímetros (mm) y se refiere al desvío vertical visible en pantalla. Con ello se evita, que para las diferentes posiciones del atenuador de entrada, se precisen tener en cuenta diferentes valores de tensión.
Si el disparo se realiza externamente, hay que medir en el borne correspondiente en Vpp. Dentro de determinados límites, la tensión para el disparo puede ser mucho mayor que el umbral del disparo. Por lo general no es aconsejable sobrepasar un valor de 20 veces. El osciloscopio tiene dos modos de funcionamiento de disparo, que se describen a continuación.

Disparo automático sobre valores pico

Las informaciones técnicas correspondientes quedan descritas en los párrafos SLOPE-⎍ [9], TRIGGER-LEVEL [10] y TRIGGER [16]..[23] bajo "Mandos de Control".
La activación de la tecla AUTO SET selecciona automáticamente este modo de funcionamiento. En modo de acoplamiento de disparo en DC se desconecta automáticamente el disparo sobre valores de pico, manteniéndose el disparo automático. Trabajando con disparo automático sobre valores de pico, el desvío de tiempo se produce también de forma repetitiva, aunque no se haya aplicado una tensión alterna de medida o de disparo externo. Sin tensión alterna de medida sólo aparece una línea de tiempo, con la que se puede medir tensiones continuas (esta línea corresponde a la deflexión de tiempo no disparada, es decir libre). Si se ha conectado la tensión a medir, el manejo consiste esencialmente en el ajuste adecuado de la amplitud y de la base de tiempos, mientras el haz permanece visible en todo momento.

El mando de TRIGGER-LEVEL es activo durante las mediciones con disparo automático. Su margen de ajuste se posiciona de forma automática sobre la amplitud de pico-pico de la señal acoplada y es entonces más independiente de la amplitud de la señal y de su apariencia. Es posible por ejemplo variar la relación de medida de una tensión rectangular de 1 : 1 a 100 : 1 sin que se pierda el disparo. Naturalmente puede ocurrir que se deba ajustar el mando del ajuste de nivel de disparo LEVEL A/B hasta su tope máximo. La simplicidad del manejo aconseja utilizar el disparo automático sobre valores pico, para todas las mediciones que no conlleven ninguna complicación. También es el modo idóneo para el comienzo, cuando se miden señales complejas, por ejemplo cuando la señal a medir es prácticamente desconocida en relación a su amplitud, frecuencia o forma.
El disparo automático sobre valores de pico es independiente de la fuente de disparo y se puede utilizar con disparo interno y externo. Trabaja a partir de 5Hz.

Disparo Normal

Las informaciones técnicas correspondientes quedan descritas en los párrafos SLOPE-⎍ [9], TRIGGER-LEVEL [10] y TRIGGER [16]..[23] bajo "Mandos de Control".
Ayudas para el disparo de señales de difícil sincronización se encuentran en el menú de la base de tiempos como los modos de el ajuste fino de la base de tiempos VAR, ajuste de tiempo de HOLDOFF.

Con disparo normal y un ajuste adecuado de nivel de disparo TRIGGER-LEVEL, se puede disparar el barrido en cada punto del flanco de una señal. El margen de disparo que abarca el mando giratorio del nivel de disparo, depende en gran medida de la amplitud de la señal de disparo.

Si con disparo interno la altura de imagen es inferior a 1 DIV, el ajuste requerirá cierta sensibilidad, dado que el margen es muy reducido.

La pantalla permanecerá oscura por un ajuste del nivel de disparo incorrecto y/o por omisión de una señal de disparo. Con el disparo normal también se pueden disparar señales complicadas. En el caso de mezclas de señales, la posibilidad de disparo depende de determinados valores de nivel, que se repiten periódicamente y que a veces sólo se encuentran girando el botón de nivel de disparo TRIGGER-LEVEL con suavidad y repetidamente.

Acoplamientos de Disparo

Las informaciones técnicas correspondientes quedan descritas en los párrafos SLOPE-⎍ [9], TRIGGER-LEVEL [10] y TRIGGER [16]..[23] bajo "Mandos de Control".
Al pulsar AUTOSET se mantiene el acoplamiento de disparo DC o AC, previamente elegido. Los márgenes de los pasos de los filtros de acoplamiento de disparo, quedan descritos en la hoja con las especificaciones técnicas. Si se trabaja con disparo interno en DC o en LF es conveniente utilizar el disparo normal y ajuste de nivel de disparo. El modo de acoplamiento y el margen de frecuencia de paso de la señal de disparo resultante, se determina mediante el acoplamiento de disparo.

AC: Este acoplamiento es el más usado para el disparo. Si se rebasan los márgenes de paso de frecuencia, aumenta notablemente el umbral de disparo.
DC: En combinación con el disparo normal, el disparo DC no tiene un límite inferior en frecuencia de paso bajo, ya que se acopla la señal de disparo galvánicamente al sistema de disparo. Se aconseja cuando en procesos muy lentos interesa disparar a un nivel exacto de la señal de medida o para presentar señales en forma de impulsos en las cuales varían constantemente las relaciones de impulso.
LF: En acoplamiento de disparo en baja frecuencia se trabaja con condición de filtro de paso bajo, con una frecuencia límite superior baja. En combinación con el disparo Normal y como en el modo de acoplamiento de disparo DC no hay una delimitación inferior de paso de frecuencia (acoplamiento galvánico). En combinación con el disparo automático (valores de pico), en acoplamiento LF se acopla la señal de disparo a través de un condensador. Así se obtiene una frecuencia límite inferior, situada por debajo de la frecuencia de repetición del automatismo de disparo y que por esa razón no perturba. El disparo en LF es en muchas ocasiones más idóneo para señales de baja frecuencia que el disparo DC, dado que suprime ruidos de mayor frecuencia, existentes en la tensión de disparo. Esto evita o disminuye las fluctuaciones o imágenes dobles en los casos extremos, especialmente con tensiones de entrada muy bajas. Por encima del margen de paso de frecuencia se incrementa el umbral del disparo.
LINE (Disparo con frecuencia de red): ver párrafo „Disparo de red"
TV: ver párrafo siguiente, TV (Disparo con señal de vídeo)

TV (Disparo con señal de vídeo)

Con la conmutación a disparo con señal de vídeo, se activa el separador de sincronismos de TV. Este separa los impulsos de sincronismo del contenido de la imagen y posibilita un disparo de señales de vídeo independientes de las variaciones del contenido de la imagen. Dependiendo del punto de medida, las señales de vídeo deben ser medidas como señales de tendencia positiva o negativa (señales de FBAS o BAS = Señales de color-imagen-bloqueo-sincronismo). Sólo si se selecciona una polaridad correcta de la pendiente de disparo con la tecla SLOPE ⎍ [9], se separan los impulsos de sincronismo del contenido de la imagen. La pendiente del flanco anterior de los impulsos de sincronismo es determinante para el ajuste de la pendiente; la presentación de la señal no debe estar invertida. Si la tensión de los impulsos de sincronismo es más positiva que el contenido de la imagen, se deberá seleccionar la pendiente negativa. Si los impulsos de sincronismo se sitúan por debajo del contenido de la imagen, su pendiente anterior es negativa. Entonces se deberá seleccionar pendiente positiva, o sea ascendente. Al seleccionar una pendiente errónea se obtendrá una imagen inestable o desincronizada, ya que el contenido de la imagen inicializa entonces el disparo. Es aconsejable realizar el disparo con señal de vídeo en modo de disparo automático. Con disparo interno, la altura de la señal de los impulsos de sincronismo deberá tener 0,5 mm como mínimo.

La señal de sincronismo se compone de impulsos de sincronismo de líneas y de imagen que se distinguen entre otras cosas, por su duración de impulso. Los pulsos de sincronismo de líneas son de aprox. 5 µs con intervalos de tiempo de 64 µs, para una línea. Los impulsos de sincronismo de imagen se componen de varios impulsos, que duran 28 µs y que aparecen con cada cambio de media imagen con un intervalo de 20 ms. Ambos modos de impulsos de sincronismo se diferencian, por su duración y por su frecuencia de repetición. Se puede sincronizar mediante impulsos de sincronismo de línea o de imagen.

Disparo con impulso de sincronismo sobre imagen (cuadro)

Se debe elegir un coeficiente de tiempo TIME/DIV correspondiente a la medida que se pretende realizar. Para el disparo con sincronismo de imagen o cuadro se debe elegir un rango de tiempo comprendido entre 0,2 s/DIV y 1 ms/DIV. En la posición de 2 ms/DIV se presenta una media imagen completa.

El disparo de sincronismo de cuadro en combinación con el modo de funcionamiento DUAL (chop) puede presentar interferencias en la presentación. Por esta razón queda preseleccionado de forma automática en modo TV (disparo de señal de vídeo), el modo de DUAL alternado. Mediante una pulsación prolongada sobre la tecla DUAL, se puede conmutar entre modo DUAL en alternado y en modo Chop. Al variar el coeficiente de desvío de tiempo, se vuelve a preseleccionar de forma automática el modo DUAL alternado.

En el margen izquierdo de la pantalla se visualiza una parte del inicio de la secuencia del impulso de sincronismo de cuadro y en la parte derecha de la pantalla se puede visualizar el impulso de sincronismo de cuadro para la siguiente media imagen, compuesto por varios impulsos. La siguiente media imagen, no se presenta bajo estas condiciones. El impulso de sincronismo de cuadro que sigue a esta media imagen, vuelve a iniciar el disparo y la presentación. Si se seleccionó el menor tiempo de HOLD OFF posible, se muestra bajo estas condiciones, cada segunda media imagen. Sobre cuál de las medias imágenes se realiza el disparo, depende del azar. Si se interrumpe brevemente el disparo, puede realizarse también el disparo sobre la otra media imagen. Se puede realizar una expansión de la presentación, activando la función de X-MAG / x10; con ello se pueden visualizar las diferentes líneas de forma individual. Partiendo del impulso de sincronismo de cuadro, se puede realizar una ampliación en dirección X (horizontal), con el mando de la base de tiempos TIME/DIV. Pero se deberá tener en cuenta, que de ello resulta una presentación aparentemente no sincronizada, ya que todas las medias imágenes inician entonces el disparo. Esto es ocasionado por el desplazamiento (1/2 línea) entre ambas medias imágenes.

Disparo con impulso de sincronismo sobre líneas

El disparo con impulso de sincronismo sobre línea puede realizarse en base a cualquier impulso de sincronismo. Para el disparo con sincronismo de línea se debe elegir un rango de tiempo comprendido entre 0,5 ms/DIV y 0,1 µs/DIV. Para poder visualizar líneas de forma independiente, se aconseja utilizar la posición del TIME/DIV en 10 µs/DIV. Se muestran entonces aprox. 1½ líneas. Generalmente la señal de vídeo lleva una porción elevada de tensión continua. Con un contenido de imagen constante (p.ej. imagen de test o generador de barras de color), se puede suprimir la porción de tensión continua mediante el acoplamiento en AC del atenuador de entrada. Con contenido de imagen variable (p.ej. una emisión de TV normal) se recomienda utilizar el acoplamiento de entrada en DC, ya que si no varía el oscilograma de la señal su posición vertical en pantalla, con cada variación de contenido

de imagen. Mediante el botón de posicionamiento vertical Y, es posible compensar la porción de tensión continua, para mantener la imagen sobre la mitad de la retícula de la pantalla. El circuito del separador de sincronismos actúa también con disparo externo. Naturalmente se debe mantener el margen prescrito del disparo externo (ver hoja técnica con datos). Además hay que observar, que la pendiente del flanco sea la correcta, ya que esta no coincide necesariamente con la dirección del pulso del sincronismo de la señal, si se trabaja con disparo externo. Ambas se pueden controlar fácilmente, si se presenta inicialmente la tensión de disparo externa (en modo de disparo interno).

Disparo de RED

Para realizar el disparo sobre la frecuencia de red, se utiliza la tensión que proviene de la red eléctrica como señal de disparo en frecuencia de red (50/60 Hz). Este modo de disparo es independiente de la amplitud y frecuencia de la señal Y, y se aconseja para todas las señales sincronizadas con la red. Esto también es válido, dentro de determinados límites, para múltiplos enteros o fracciones de la frecuencia de red. El disparo con frecuencia de red, permite presentar la señal, incluso por debajo del umbral de disparo. Por esto, este modo es especialmente adecuado para la medida de pequeñas tensiones de zumbido de rectificadores de red o interferencias con frecuencia de red en un circuito. A lo contrario que en el disparo usual, relacionado a una pendiente con signo positivo o negativo, mediante la tecla de la elección de pendiente, se puede elegir en modo de disparo de red, entre la parte positiva o negativa de la media onda (podría ser necesario invertir la polaridad en el conector de red). El nivel de disparo se puede variar mediante el mando TRIGGER LEVEL [10] correspondiente a lo largo de media onda. Con disparo NORMAL, el nivel de disparo tiene un margen más amplio de variación.

La dirección y la amplitud de señales magnéticas de frecuencia de red ínter mezcladas en un circuito, se pueden analizar mediante una sonda con bobina. Esta debe consistir en una bobina de alambre esmaltado con el mayor número de vueltas posible bobinado sobre un pequeño núcleo y que se conecta mediante un cable blindado a un conector BNC (para la entrada del osciloscopio). Entre el conector y el conducto interno del cable habrá que intercalar una resistencia de mínimo 100 Ω (desacoplo de altas frecuencias). También puede resultar útil proveer la bobina de una protección estática, no debiendo haber espiras en cortocircuito en la bobina. Girando la bobina en dos direcciones principales, se puede averiguar el máximo y el mínimo, en el lugar de la medida.

Disparo Externo

El modo de disparo externo se activa pulsando la tecla EXT [19]. Al iniciar este modo de disparo, se desconecta el modo de disparo interno automático. El borne BNC EXT.TRIG / Z-INP [31] sirve entonces como entrada para la señal externa de disparo, si se dispone de la señal correspondiente (ver características técnicas), debiendo ser sincronizada a la señal de entrada. Esta tensión de disparo podrá tener una forma diferente a la señal de medida. Dentro de determinados límites, el disparo es incluso realizable con múltiplos enteros o con fracciones de la frecuencia de medida; una condición necesaria es la rigidez de fase. Se debe de tener en cuenta, que es posible que la señal a medir y la tensión de disparo tengan un ángulo de fase. Un ángulo de p. ej.: 180° se interpreta de tal manera, que a pesar de tener una pendiente positiva (flanco ascendente), empieza la presentación de la señal de medida con un flanco negativo.

La tensión de entrada máxima permitida en el borne BNC es 100 V (DC + pico AC). La impedancia de entrada del borne BNC EXT.TRIG / Z-INP [31] es de 1 MΩ II 15 pF.

También en el disparo exterior, la tensión de disparo pasa por el acoplamiento de disparo (seleccionado previamente). La diferencia con el disparo interno es, que el acoplamiento de la tensión de disparo, en todos los diferentes modos de acoplamiento de disparo, pasa por un condensador (excepto en el disparo DC). Por eso, la frecuencia límite inferior (excepto en DC) queda fijada en 20 Hz.

Indicación de disparo TRIG'd

Las siguientes indicaciones se refieren a la indicación TRIG'd (LED), descrita bajo el punto [11] en "Mandos de Control". El diodo luminoso se ilumina en modo de disparo automático y normal, cuando se cumplen las siguientes condiciones:

1. La señal de disparo interna o externa debe de tener una amplitud suficiente en el comparador de disparo (umbral de disparo).
2. La tensión de referencia en el comparador (punto de disparo) debe estar ajustado en un valor, que permita, que los flancos de la señal sobrepasen (hacia arriba o abajo) el punto de disparo o descrito de forma más simple, no se encuentra en o por debajo de la presentación de la señal.

Entonces se dispone de impulsos de disparo en el comparador, que inician la base de tiempos y la indicación de disparo.

La indicación de disparo facilita el ajuste y el control de las condiciones de disparo, especialmente con señales de muy baja frecuencia (usar disparo NORMAL) o con señales muy breves con forma de impulso. La señales con una frecuencia de repetición extremadamente lenta, provocan una iluminación del diodo de disparo en forma de impulso. La indicación no sólo se ilumina entonces al comienzo de la deflexión de tiempo en el borde izquierdo de la pantalla, sino – representando varios periodos de curva – con cada periodo.

Ajuste de tiempo HOLD OFF

Las informaciones técnicas correspondientes a este equipo quedan descritas en el párrafo HOLD OFF / ON [27] bajo "Mandos de Control".

Con señales mixtas complejas puede suceder, que a pesar de haber probado de sincronizar la señal, variando con el mando de TRIGGER LEVEL [10] el punto de disparo, no se consigue una presentación estable de la señal, se puede obtener en muchas ocasiones una imagen estable si se utiliza la tecla de HOLD OFF / ON [27].

Con este dispositivo se puede ampliar de forma continua en la relación 10 : 1, el tiempo de bloqueo del disparo, entre dos períodos de deflexión de tiempo. Los impulsos de disparo u otras formas de la señal que aparezcan durante este tiempo de bloqueo, no pueden iniciar el funcionamiento de la base de tiempos. Especialmente con las señales del tipo BURST o con señales aperiódicas en sí mismas y de amplitud idéntica, se puede ajustar entonces el inicio de disparo, al punto más idóneo.

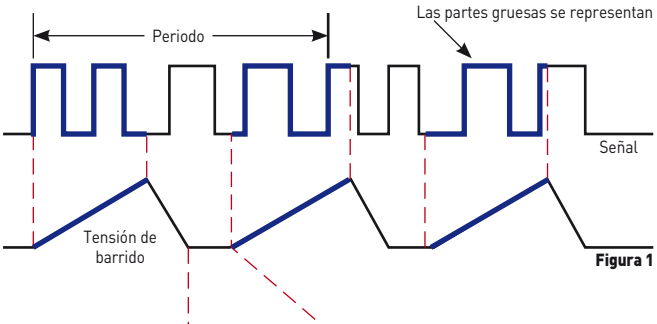


Figura 1

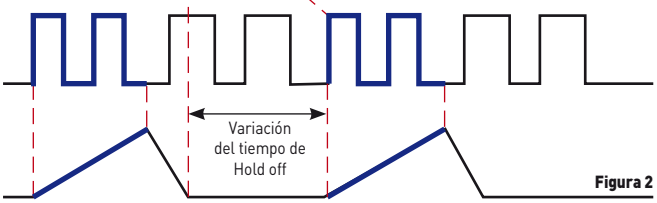


Figura 2

Fig. 1 muestra la imagen con el ajuste HOLD-OFF girado a la derecha (posición básica). Dado que se visualizan diferentes partes del período, no aparece una imagen estable (doble imagen).
Fig. 2 Aquí el tiempo HOLD-OFF se ha ajustado de forma que siempre se visualizan los mismos tramos del período. Aparece una imagen estable.

Las señales con mucho zumbido o interferidas por una frecuencia superior, en ocasiones, se presentan con una doble imagen. En determinadas circunstancias y con el ajuste de nivel de disparo, sólo se puede influir en la respectiva diferencia de fase, pero no en la doble imagen. Pero la presentación estable e individual de la señal que se requiere para una evaluación, se puede alcanzar fácilmente, mediante la ampliación del tiempo HOLD-OFF. Para ello hay que pulsar la tecla de HOLD-OFF, y girar el mando de la base de tiempos TIME/DIV [15] a la derecha, hasta lograr la presentación de una sola señal.

Una doble presentación puede darse en determinadas señales de impulso, cuyos impulsos muestren alternando una pequeña diferencia de amplitud punta. Sólo un ajuste muy preciso de nivel de disparo TRIGGER-LEVEL permite su presentación individual. El mando TIME/DIV facilita aquí el ajuste correcto.

Después de finalizar la tarea, es conveniente volver a girar el control de HOLD-OFF a su mínimo, dado que si no queda drásticamente reducida la luminosidad de la pantalla, para posteriores mediciones. El procedimiento de trabajo se puede seguir en los dibujos más arriba.

AUTOSET

Las informaciones técnicas correspondientes a este equipo quedan descritas en el párrafo AUTOSET [7] bajo "Mandos de Control".

Como brevemente se ha descrito bajo el párrafo „Mandos de Control", la función de AUTOSET consulta de forma electrónica, todos los controles del equipo, con excepción de la tecla POWER. Y por esta razón, los mandos pueden ser controlados. De aquí surge entonces la posibilidad de un ajuste automático y referenciado a la señal de entrada acoplada, en modo de funcionamiento Yt (base de tiempos), de forma que en la mayoría de los casos no es necesario realizar un ajuste posterior manual. AUTOSET conmuta siempre a modo de funcionamiento Yt. La pulsación de la tecla AUTOSET no varía el modo de funcionamiento Yt seleccionado anteriormente, si se trabajaba en modo Mono CH1, CH2 o en DUAL; en modo de suma se conmuta automáticamente a modo DUAL.

Los coeficientes de desvío Y (VOLTS/DIV.) se eligen automáticamente de forma, que en funcionamiento de presentación de un canal, se obtiene una amplitud de señal no superior a aprox. 6 DIV, mientras que en funcionamiento DUAL (2 canales visibles al mismo tiempo) se presentan las señales con una amplitud de 4 DIV de altura.

Esto y las descripciones referente al ajuste automático de coeficientes de tiempo (TIME/DIV.) es válido, siempre y cuando las señales no varíen demasiado de la relación de 1 : 1. El ajuste automático de coeficientes de tiempo prepara el instrumento para una presentación de aprox. 2 periodos de señal. Con señales, con porciones de frecuencia distintos, como p. ej. señales de vídeo, se realiza un ajuste aleatorio. Si se pulsa la tecla AUTOSET se predeterminan los siguientes modos de funcionamiento:

- Acoplamiento de entrada en AC o DC permanecen, o el último ajuste (AC o DC) anterior seleccionado permanece, antes de efectuar una conmutación a masa (GND).
- Disparo interno (dependiente de la señal de medida)
- Disparo automático
- Selección automática de la fuente de disparo
- Ajuste del nivel de disparo (TRIGGER-LEVEL), en margen medio
- Coeficientes de deflexión Y, calibrados
- Coeficientes de base de tiempos, calibrados
- Acoplamiento de disparo en AC o DC, sin variar
- Expansión x10 sin activar
- Ajuste automático del trazo en posición X e Y
- Permanece el flanco de disparo
- Trazo visible

Al pulsar AUTOSET, se ajusta el acoplamiento de entrada que se utilizó en la medida realizada con anterioridad (AC o DC). Si anteriormente se trabajaba en modo de acoplamiento de disparo DC, no se conmutará a acoplamiento de disparo AC y el disparo automático se realizará sin captura sobre valores pico. Las condiciones de funcionamiento predeterminadas con AUTOSET, sobrescriben los ajustes anteriores. Si se trabajaba en modo descalibrado, se conmuta de forma automática, al pulsar AUTOSET, a los ajustes calibrados. Después de pulsar AUTOSET, se pueden realizar ajustes manuales en todos los mandos. Los coeficientes de desvío 1mV/DIV y 2mV/DIV no se seleccionan por AUTOSET, a causa del ancho de banda reducido en estos márgenes.

Atención! Si se tiene conectada una señal con forma de impulso, cuya relación de frecuencia (duty) alcanza un valor de 400 : 1 o incluso lo supera, ya no se podrá efectuar una presentación con ajuste automático. El coeficiente de deflexión Y es entonces demasiado pequeño y el coeficiente de deflexión de tiempo demasiado grande. De ello resultará, que sólo se visualizará el trazo y el pulso ya no será visible.

En estos casos se aconseja cambiar a modo de disparo normal y posicionar el punto de disparo aprox. 5 mm por encima o debajo del trazo. Si entonces se ilumina el LED de disparo, se tiene acoplada así una señal. Para visualizar entonces esta señal, se debe elegir primero un coeficiente de tiempo más pequeño y posteriormente un coeficiente de deflexión vertical mayor. Puede entonces ocurrir que la intensidad de luminosidad del trazo se reduzca tanto, que el pulso sea difícil de ver.

Tester de Componentes

El osciloscopio HM400 incorpora un Tester de Componentes, que se activa al pulsar la tecla COMP, situada al lado de la pantalla y el Tester queda inmediatamente listo para su utilización. La conexión de dos polos del componente a comprobar, se realiza con los bornes correspondientes (orificios), situados debajo de la pantalla. Al pulsar la tecla COMP, se desactiva el amplificador previo vertical Y y el generador de la base de tiempos del osciloscopio. Pueden permanecer conectadas las tensiones de señal en los tres bornes BNC de entrada, si se realizan comprobaciones en elementos o componentes que no están conectados al origen de esas señales. Sólo en ese caso no es preciso desconectar las señales de las entradas BNC (ver en el párrafo siguiente „Comprobaciones directamente en el circuito"). En modo de Tester de Componentes, sólo actúan en el osciloscopio las teclas o botones Select [4], ADJUST [2], X-POSITION [13] y X-MAG/x10 [12]. Para conectar el objeto bajo medida con los bornes del Tester de Componentes, se precisan dos cables de medida singulares, con terminación de bananas de 4mm. Después de haber utilizado el Tester de Componentes, se vuelve al modo de osciloscopio, pulsando nuevamente la tecla de COMP.

Como se ha descrito en el párrafo de SEGURIDAD, todas las conexiones de medida (en estado perfecto del aparato) están conectadas al conductor de protección de red (masa), y por esto también los bornes del Tester de Componentes. Para la comprobación de componentes sueltos (fuera de aparatos o de circuitos) esto no tiene ninguna relevancia, ya que estos componentes no pueden estar conectados al conductor de tierra.

Si se desean verificar componentes, que permanecen incorporados en un circuito o en aparatos de test, se debe desconectar necesariamente el flujo de corriente y tensión. Si el circuito bajo prueba queda conectado con la

red, debe desconectarse incluso el cable de red. Así se evita una conexión entre el osciloscopio y el componente a verificar, que podría producirse a través del conductor de tierra. La comprobación llevaría a falsos resultados.

¡Sólo se deben comprobar condensadores en estado descargado!

El principio de test es muy sencillo. Un generador senoidal integrado en el osciloscopio HM400 proporciona una tensión senoidal con una frecuencia de 50 Hz (±10%). Esta alimenta un circuito en serie, compuesto por el componente a comprobar y una resistencia incorporada. La tensión senoidal se utiliza para la deflexión horizontal en pantalla y la caída de tensión en la resistencia se utiliza para la deflexión vertical. Si el objeto bajo medida tiene un valor real (p.ej. una resistencia), las dos tensiones tienen la misma fase. En la pantalla aparece una línea más o menos inclinada. Si el componente a comprobar presenta un cortocircuito, la raya será vertical. En el caso de interrupción o cuando no hay objeto de medida, aparece una línea horizontal. La inclinación de la línea es un indicador del valor de la resistencia. Con esto se puede comprobar el estado de resistencias entre 20 Ω y 4,7 kΩ.

Los condensadores y las inductancias (bobinas, transformadores) provocan una diferencia de fase entre la corriente y la tensión, así también entre las tensiones de deflexión. De esto resultan imágenes elípticas. La inclinación y abertura de la elipse son significativas para la impedancia con frecuencia de red. Los condensadores se presentan en un margen de 0,1 µF – 1000 µF.

- Una elipse con el eje principal horizontal significa alta impedancia (capacidad pequeña o inductividad grande).
- Una elipse con el eje principal vertical significa impedancia pequeña (capacidad grande o inductividad pequeña).
- Una elipse inclinada significa una resistencia de pérdida relativamente grande en serie con la reactancia.

En semiconductores, los dobles o esquinas en la curva característica, muestran el paso de la fase conductora a la no conductora. En la medida en que la tensión lo permite, se presenta la característica de paso o rechazo (p.ej. de un diodo Zener bajo 10 V). Siempre se trata de una comprobación en dos polos. Por eso, p.ej. no es posible comprobar la amplificación de un transistor, pero sí comprobar las diferentes uniones B-C, B-E, C-E. Dado que la tensión de test es muy baja, se pueden comprobar las diferentes zonas de casi todos los semiconductores, sin dañarlos. Es imposible determinar la tensión de bloqueo o de ruptura de semiconductores para tensión >9 V. Esto generalmente no significa ser una desventaja, ya que normalmente, en el caso de fallos en el circuito, éstos producen diferencias notables, que dan claras indicaciones sobre el componente defectuoso. Se obtienen resultados bastante precisos, si se realizan comparaciones con componentes del mismo tipo y valor y de los que se conoce ciertamente su buen estado de funcionamiento. Esto es aplicable, especialmente al realizar comparaciones con semiconductores. Por ejemplo permite reconocer rápidamente el cátodo de un diodo normal o Zener, cuya impresión es ilegible, diferenciar un transistor PNP del tipo complementario NPN o averiguar las conexiones B-C-E de un transistor desconocido.

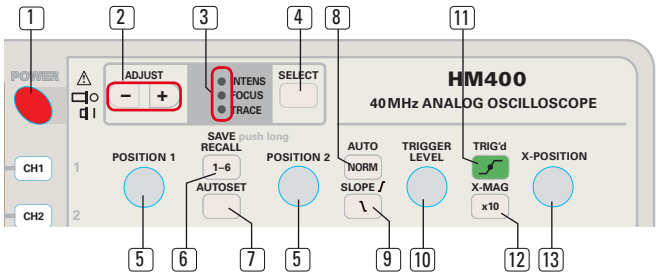
Obsérvese que, la inversión de los polos de conexión de un semiconductor con el borne de masa, provoca un giro de la imagen de test en el osciloscopio de 180°, con eje sobre el centro de la retícula. Aún más importante es el resultado bueno-malo de componentes con interrupción o cortocircuito. Este caso es el más común, en las tareas de un servicio técnico.

Se recomienda encarecidamente, actuar con la precaución habitual en lo que se refiere a precauciones para la electricidad estática o de fricción en relación con elementos sueltos MOS. Pueden aparecer ruidos de zumbido en la pantalla, si el contacto Base o Gate de un transistor está desconectado, es decir, que no se está comprobando (sensibilidad de la mano).

Comprobaciones directamente en el circuito

Los test directamente en el circuito son posibles en muchos casos, aunque no son tan claros. A causa de una conexión paralela con valores reales y/o complejos, especialmente si estos tienen una baja resistencia con frecuencia de red de 50 Hz, casi siempre se obtienen grandes diferencias en comparación con elementos/componentes sueltos. También aquí muchas veces resulta útil, comparar con un circuito intacto el objeto bajo prueba, si se trabaja continuamente con circuitos idénticos (servicio técnico). Este trabajo es rápido, ya que no hace falta (¡y no se debe!) conectar el circuito de comparación. Los cables de test se colocan sucesivamente en los puntos de control idénticos y se comparan las imágenes en la pantalla. Es posible que el propio circuito que se esté comprobando, disponga de un circuito para la comparación como por ejemplo en canales estéreo, funcionamiento de contra-fase, conexiones de puentes simétricos. En caso de duda, se puede desoldar una conexión del componente. Esta conexión se conecta entonces con el borne CT sin señal de masa, ya que entonces se reducen las perturbaciones de zumbido. El borne del COMP.TESTER que lleva una señal de masa, está conectado con la masa del osciloscopio y por esto no es sensible al zumbido.

Mandos de Control



1 POWER
Tecla de conmutador de red con los símbolos I para ON (encendido) y (0) para OFF (apagado). Al poner en marcha el osciloscopio se iluminan primero todos los indicadores LED y el equipo realiza un test automático de sus funciones. Al acabar todas las rutinas de comprobación con éxito, el osciloscopio se posiciona en funcionamiento normal, listo para ser utilizado. En este estado, el osciloscopio aplica todos los ajustes memorizados antes haber sido desconectado la última vez.

2 ADJUST – / +
Permite la variación del ajuste (– = reducir / + = aumentar) de varias funciones, según la función seleccionada con la tecla SELECT 4.

3 LEDs de indicación:
INTENS
El LED se ilumina, si se ha seleccionado con la tecla SELECT 4 el ajuste para la intensidad de luminosidad del trazo. En esta posición, las teclas ADJUST – / + 2 actúan como ajustes para la intensidad del trazo (luminosidad). La tecla „–" disminuye, la tecla „+" aumenta la intensidad del trazo o la señal presentada. Es conveniente, regular solo la intensidad necesaria para visualizar bien la señal. Esta dependerá de las características de la señal acoplada, de los ajustes del osciloscopio y de la claridad ambiental alrededor del equipo.

FOCUS
El LED se ilumina, si se ha seleccionado con la tecla SELECT 4 el ajuste para la nitidez (Focus) del trazo. El ajuste FOCUS actúa sobre la presentación de la señal. Una intensidad de trazo elevada, genera un trazo más ancho y la nitidez del trazo se reduce, lo que se puede corregir en cierta medida, con el propio mando. La nitidez del trazo depende también en cierta medida, del punto en el que el haz del tubo comienza

sobre la pantalla. Una nitidez óptima en el centro de la pantalla, decae levemente hacia los márgenes laterales. La nitidez del trazo deberá ajustarse de forma óptima, para visualizar la presentación de la señal que se mide. A continuación se puede reducir la intensidad del trazo y aumentar así la nitidez.

TRACE
El LED se ilumina, si se ha seleccionado con la tecla SELECT [4] el ajuste para la rotación sobre el eje horizontal (Trace) del trazo. Con las teclas de – / + [2] se puede compensar la influencia del campo magnético terrestre sobre el trazo en pantalla, de forma que el trazo, cuando está en el medio de la pantalla, quede prácticamente paralelo a la reticulación de la pantalla. Ver también el apartado correspondiente a „Rotación del trazo" en „Puesta en Marcha y Ajustes Previos".

[4] **SELECT** (Tecla con diodos LEDs [3])
Permite la selección de diferentes ajustes para el trazo (p.ej. intensidad, foco, rotación del trazo). Se selecciona con las teclas ADJUST – / + [2], cuando se ilumina el correspondiente LED. Cada pulsación conmuta a otra función, identificada correspondientemente por su LED específico.

[5] **POSITION 1 + POSITION 2** (Mandos giratorios)
Los mandos giratorios permiten la variación de la posición de canal 1 o canal 2 respectivamente. En modo de suma, ambos mandos giratorios POSITION 1 y POSITION 2 están activos. En modo de funcionamiento XY, la función de Y-POSITION queda desconectada; para variaciones de posición de X, se utiliza el mando X-POSITION [13].

Mediciones de tensión continua
Sin tener una señal conectada en INPUT CH1 (CH2) [29], la posición del trazo corresponde a 0 Voltios. Esto se da, cuando INPUT CH1 o en modo de funcionamiento de suma ambos canales INPUT CH1 y INPUT CH2 quedan conectados a masa (GND [25]) y se trabaja en disparo automático AUTO [8].

El trazo puede posicionarse entonces con el mando POSITION 1 o POSITION 2 respectivamente, sobre una línea de retícula idónea para realizar la medición de tensión continua. La medición de tensión continua (sólo posible con el acoplamiento de entrada en posición DC) modifica la posición de la traza. Teniendo en cuenta el coeficiente de desvío Y (vertical), la relación de atenuación de la sonda y la variación de la posición del trazo con su posición original ajustado a „posición de trazo de 0 Voltios" sobre la retícula de la pantalla, se determina la tensión continua introducida por la entrada del canal.

[6] **SAVE / RECALL** (Tecla)
Ofrece el acceso a las memorias de ajuste de los mandos, en combinación con las teclas Mode [32]. El osciloscopio dispone de 6 memorias. En cada una de ellas, se pueden memorizar los ajustes completos de los mandos del equipo y posteriormente se puede volver a recuperar su contenido.

SAVE (Memorizar)
Para iniciar un proceso de memorización, se debe pulsar de forma prolongada la tecla de SAVE/RECALL; entonces empiezan a parpadear las teclas Mode [32]. Al pulsar entonces una tecla Mode, se selecciona la memoria elegida y los ajustes de los mandos del osciloscopio utilizados antes de seleccionar la función SAVE, se cargan en la memoria seleccionada. A continuación ya no se iluminan las teclas Mode. Si por error se ha seleccionado la función SAVE, se puede abortar el proceso, pulsando nuevamente la tecla SAVE/RECALL o cualquier otra, excepto una de las teclas de Mode.
Si se apaga el equipo, se introducen los últimos ajustes utilizados, de forma automática en una memoria (independiente de las memorias de las teclas Mode). Así no se pierden los ajustes actuales de los mandos.

RECALL (Recuperar el contenido de las memorias)
Mediante una breve pulsación sobre la tecla SAVE/RECALL [6], se iluminan las teclas Mode [32]. Al pulsar la tecla Mode correspondiente, se selecciona la memoria y su contenido es volcado al osciloscopio, ajustando los mandos correspondientemente. A continuación se apaga la iluminación de las teclas. Si por erro r se ha seleccionado la función de RECALL, se puede abortar el proceso, pulsando nuevamente la tecla SAVE/RECALL o cualquier otra, excepto una de las teclas de Mode.

Hay que observar, que la señal que se desee presentar, tenga las mismas características, que aquella que se tuvo al memorizar los ajustes de los mandos. Si se tuviera conectada una señal con características diferentes (frecuencia, amplitud) que en el momento de memorización, pueden aparecer presentaciones, que aparentemente son erróneas.

[7] **AUTOSET** (Tecla)
Permite el ajuste automático de los mandos del equipo de modo idóneo y relacionado a la señal acoplada (ver apartado AUTOSET). Incluso bajo el modo de funcionamiento de Tester de Componentes o XY, la función AUTOSET conmutará en el modo de funcionamiento Yt últimamente utilizado (CH1, CH2 o DUAL).

[8] **AUTO / NORM** (Tecla con indicación LED)
Permite la selección entre el disparo automático (AUTO) y disparo normal (NORM) (ajuste manual). En modo de disparo normal, se ilumina la tecla. El equipo está en disparo automático, cuando la tecla no está iluminada.

AUTO
El disparo automático puede ejecutarse con o sin captura sobre valores de pico. En ambos caso se ajusta con el mando TRIGGER LEVEL [10]. Incluso sin señal de disparo o con una señal de disparo que no está adecuadamente ajustada, se inicia el desvío del tiempo de forma periódica por la circuitería automática de disparo y se presenta en pantalla una señal. Señales, cuyo periodo sea mayor que el periodo de la señal del automatismo de disparo, no serán presentadas de forma estable, ya que el automatismo iniciaría la base de tiempos con demasiada antelación.
En modo de disparo sobre valores de pico, se limita el margen de ajuste del mando TRIGGER LEVEL [10], con el valor de vértice positivo o negativo de la señal de disparo. Si se dispara sin valores de pico, el margen de ajuste de LEVEL ya no es dependiente de la señal de disparo y puede ser ajustada demasiado elevada o baja. En este caso el automatismo de disparo se ocupa de seguir presentando una señal en pantalla, aunque no esté sincronizada (sin disparo).
Que el disparo sobre valores de pico sea o no eficaz, depende del modo de funcionamiento y del acoplamiento de disparo (filtro) seleccionado. La situación correspondiente, se reconoce por el inicio de la presentación en pantalla del trazo, al modificar el ajuste del mando TRIGGER LEVEL [10].

NORM
Trabajando en modo de disparo Normal, quedan desconectados el automatismo de disparo y el automatismo de disparo sobre valores de pico. Si no se dispone de una señal de disparo o si el ajuste de TRIGGER LEVEL [14] es inadecuado, no se visualiza ningún desvío de tiempo (no se presenta ningún trazo. Como queda desconectado el automatismo de disparo, se pueden presentar señales de muy baja frecuencia de forma sincronizada.

[9] **SLOPE** (Pendiente) Tecla con indicación LED
Permite realizar el disparo sobre la pendiente de subida (⎍) o de caída (⎍) de la señal. Al realizar el disparo sobre la pendiente descendiente de la señal, se ilumina la tecla. Al realizar el disparo sobre la pendiente ascendente, la tecla queda sin iluminación. La selección de la pendiente de disparo puede conmutarse con cada una de las pulsaciones sobre la tecla. Con ello se determina, si debe ser la pendiente ascendente o descendiente, la que inicia el disparo.

[10] **TRIGGER LEVEL** (Mando giratorio)
Con el mando de TRIGGER LEVEL se determina la tensión de disparo,

precisa para la base de tiempos, que una señal de disparo debe sobrepasar (por arriba o por abajo y dependiente de la dirección de la pendiente), para iniciar un proceso de desvío de tiempo. El punto de disparo queda presentado por el inicio de la presentación de la señal (inicio del trazo). Al variar el ajuste de TRIGGER LEVEL, varía también la posición del inicio del trazo de la señal. Si el punto de disparo se sale de la retícula de la pantalla en cualquier dirección, se puede obtener una presentación sincronizada de la señal, pulsando la tecla de AUTOSET [7].

[11] **TRIG'd** (Indicador LED)
El LED se ilumina, cuando la base de tiempos recibe señales de disparo. Que el LED parpadee o se ilumine de forma casi constante, dependerá de la frecuencia de la señal de disparo. En modo XY no se ilumina el LED TRIG'd.

[12] **X MAG / x10** (Tecla con indicación LED x10)
Cada pulsación sobre la tecla activa o desactiva la función de expansión en dirección X de la señal acoplada. Si la tecla X-MAG / x10 se ilumina, se realiza una expansión por el factor 10 en dirección horizontal (eje X) de la señal presentada. Con la función de expansión X desactivada, se puede ajustar la sección interesante de la señal, en el medio de la pantalla y retícula, con el mando X-POSITION [13] y si posteriormente se activa la expansión, se visualiza la parte expandida en la zona centro de la pantalla. En modo de funcionamiento XY, esta tecla queda sin función. (ver también X-Position)

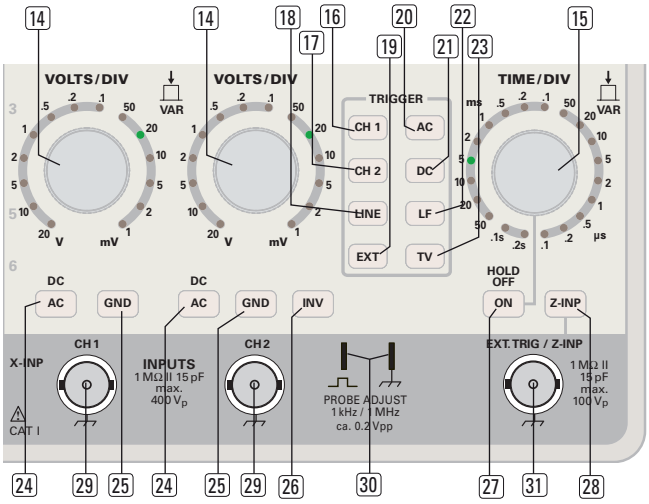
[13] **X-POSITION** (Mando giratorio)
El mando actúa desplazando la presentación de la señal o trazo en dirección horizontal (posición X de la línea de tiempo/trazo). Este mando tiene especial relevancia en combinación con la función de expansión x10 de la señal en dirección X (X-MAG / x10). A lo contrario que en la presentación en dirección X sin expansión x10, cuando se tiene activada la función x10, se presenta sólo una sección (una décima parte) de 10 cm del total de la señal anteriormente presentada. Con el mando de X-POSITION, se puede seleccionar, la parte de la presentación que debe visualizarse expandida por el factor 10.

[14] **VOLTS/DIV** (Mandos giratorios CH1 y CH2)
Los mandos albergan una función doble. Actúan como mandos de desvío Y del canal 1 o canal 2 respectivamente y como mandos para el ajuste fino Y(VAR), si se pulsa sobre el mando. En modo de ajuste fino, parpadea la indicación de coeficientes de desvío Y (LEDs alrededor del mando). El mando giratorio sólo actúa, cuando el canal 1 está activado o cuando canal 1 ha sido elegido como fuente de disparo para canal 1. El canal 1 queda activo en los modos CH1 (Mono), DUAL, Suma (ADD) y XY. El funcionamiento de ajuste fino (VAR) se describe bajo el apartado de VAR.

Ajuste de los coeficientes de desvío (Conmutador de atenuación)
La función está activa, si la indicación de coeficientes de desvío Y no parpadea. Al girar el mando a la izquierda aumenta el coeficiente de desvío; girando el mando a la derecha, se reduce el coeficiente. El margen de variación de los coeficientes de desvío abarca desde 1 mV/DIV hasta 20 V/DIV, pasando por pasos con secuencia consecutiva de valores 1-2-5 correspondientes. En modo de ajuste fino (VAR), el osciloscopio no se encuentra calibrado y la indicación de los coeficientes de desvío parpadea, para avisar esta situación.

VAR (CH1 y CH2)
Mediante una breve pulsación sobre el mando giratorio VOLTS/DIV [14], se conmuta la función del mando y su estado de ajuste fino es indicado por el parpadeo de la indicación de coeficientes de desvío Y. Si la indicación de coeficientes de desvío no parpadea, se puede variar el coeficiente de desvío calibrado de canal 1 en secuencia de conmutación 1-2-5.

Si la indicación de los coeficientes de desvío parpadea, el mando giratorio de VOLTS/DIV [14] actúa como ajuste fino del mismo, con el que se pueden ajustar los valores entre la secuencia de conmutación, pero sin calibración. Se obtienen presentaciones de amplitud de señal sin calibrar y la presentación de la amplitud de la señal se reduce. Al



girar el mando más hacia la izquierda, aumenta el coeficiente de desvío (Y>...). Al alcanzar el límite inferior del margen variable, suena una señal acústica. Al girar el mando hacia la derecha, se reduce el coeficiente de desvío (Y<...) y la presentación de la amplitud de la señal aumenta hasta alcanzar el límite superior del margen variable. Entonces suena también una señal acústica. La función de ajuste fino permanece, hasta que se vuelva a pulsar el mando giratorio.

Independientemente del ajuste en modo fino, se puede variar la función del mando, pulsando nuevamente sobre él y volver en cualquier momento deseado a la función original de conmutador de atenuación calibrado con secuencia 1-2-5. Entonces no parpadea la indicación de coeficientes de desvío Y.

[15] **TIME/DIV** (Mando giratorio)
Este mando giratorio alberga una doble función: variación del coeficiente X de la base de tiempos y ajuste fino de tiempo (VAR). Entre ambas funciones se conmuta al pulsar sobre el mando TIME/DIV. En modo de ajuste fino, parpadea la indicación del coeficiente de desvío X (Leds situados alrededor del mando).

El mando actúa como mando de ajuste del coeficiente de tiempo X y su valor de ajuste queda indicado por diodos LED (p.ej. 10 µs). Si se ilumina uno de los diodos luminosos situados alrededor del mando, se encuentra el mando en su función de mando de la base de tiempos (excepto si se ha seleccionado un tiempo de Hold-Off con la tecla [27]). El mando sigue pasos de conmutación de coeficientes de tiempo, con la secuencia de 1-2-5; la base de tiempos sigue posiciones calibradas. Al girar el mando a la izquierda aumenta el coeficiente de tiempo seleccionado; girando el mando a la derecha, se reduce el coeficiente. Sin tener activada la expansión de tiempo por el factor x10, el margen de variación de los coeficientes de tiempo seleccionables, abarca desde 200 ms/DIV hasta 100 ns/DIV, pasando por pasos con secuencia consecutiva de valores 1-2-5 correspondientes. Si uno de los diodos de indicación de los coeficientes, situado alrededor del mando, parpadea, se señaliza, que el mando trabaja en modo de ajuste fino (VAR), el osciloscopio no se encuentra calibrado y la indicación de los coeficientes de tiempo parpadea, para avisar esta situación (excepto cuando se ha seleccionado un tiempo de Hold-Off).
Al girar el mando más hacia la izquierda, aumenta el coeficiente de tiempo (sin calibrar). Al alcanzar el límite inferior del margen variable, suena una señal acústica. Al girar el mando hacia la derecha, se reduce el coeficiente de tiempo hasta alcanzar el límite superior del margen variable. Entonces suena también una señal acústica. La función de ajuste fino permanece, hasta que se vuelva a pulsar el mando giratorio. Independientemente del ajuste en modo fino, se puede variar la función del mando TIME/DIV, pulsando nuevamente sobre él y volver en cualquier momento deseado a la función original de conmutador de base de tiempos con posiciones calibradas y con secuencia 1-2-5. Entonces ya no parpadea la indicación de coeficientes de tiempo.

16 **CH1** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla de canal 1 (CH1), se selecciona este canal como fuente de disparo interno, en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD). El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función.

La denominación de „fuente de disparo interno" describe, que la señal de disparo proviene de la señal de medida.

17 **CH2** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla de canal 2 (CH2), se selecciona este canal como fuente de disparo interno, en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD). El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función.

18 **LINE** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla LINE, se selecciona el disparo de red como fuente de disparo, en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD). El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función.

La denominación de „disparo de red" describe, que la señal de disparo no proviene de la señal de medida, si no de una tensión alterna de red, obtenida a través del cable de red del osciloscopio.

19 **EXT** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla EXT, se selecciona el disparo que proviene del borne de disparo EXT.TRIG / Z-INP 31 como fuente de disparo externa, en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD). El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función. La entrada externa Z-INP, útil para la regulación de la modulación Z, queda desactivada durante esta función.

La denominación de „fuente de disparo externa" describe, que la señal de disparo no proviene de la señal de medida, si no de una tensión de disparo externa.

20 **AC** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla AC, se selecciona el acoplamiento de disparo con tensión alterna AC, en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD). El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función.

21 **DC** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla DC, se selecciona el acoplamiento de disparo con tensión continua DC, en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD). Se desactiva el modo de captura de valores pico a pico. El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función.

22 **LF** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla LF, se selecciona el acoplamiento de disparo en baja frecuencia LF, en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD). La supresión de porciones de señal con componentes de alta frecuencia, se realiza al acoplar un filtro de paso bajo a la señal de disparo. El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función.

23 **TV** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla TV, se selecciona el acoplamiento de disparo con filtro de separador de sincronismos de TV para señales vídeo (disparo sobre impulsos de sincronismo de cuadro /imagen o líneas), en modo de funcionamiento Mono, DUAL y SUMA (CH1, o CH2, DUAL, y ADD).

Para seleccionar el disparo sobre impulsos de sincronismo sobre cuadro/imagen, se deben seleccionar con el mando de la base de tiempos TIME/DIV, tiempos comprendidos en el margen entre 0,2 s/DIV y 0,1 ms/DIV. En la posición de 2 ms/DIV se presenta una media imagen completa.

Para seleccionar el disparo sobre impulsos de sincronismo sobre líneas, se deben seleccionar con el mando de la base de tiempos TIME/DIV, tiempos comprendidos entre 0,5 ms/DIV hasta 0,1 µs/DIV. En la posición de la base de tiempos de 0,1 µs/DIV, se pueden visualizar líneas individuales. Se visualizan aprox. 1½ líneas. El estado activo queda indicado mediante la iluminación de la tecla. En modo de funcionamiento XY, queda la tecla sin función.

24 **DC / AC** (Teclas con indicación LED; CH1 + CH2)
Mediante una pulsación sobre la tecla, se selecciona el acoplamiento de la entrada del canal 1 o canal 2 respectivamente para DC o AC (acoplamiento para tensión continua o tensión alterna). En modo de acoplamiento de entrada en AC, se ilumina la tecla.

25 **GND** (Teclas con indicación LED; CH1 + CH2)
Mediante una pulsación sobre la tecla, se desactiva la entrada del canal 1 o canal 2 respectivamente. En modo GND (Ground) la señal acoplada a la entrada no puede generar un desvío del trazo en ninguna dirección y en modo de funcionamiento Yt con disparo automático, se presenta un trazo, sin desvío en dirección Y (posición del trazo correspondiente a 0 Voltios de tensión de entrada). En modo de funcionamiento XY, no se realiza ningún desvío X.

26 **INV** (Tecla con indicación LED (CH2))
Al pulsar la tecla, se conmuta entre la presentación de la señal del canal 2 (CH2) invertida u original. La tecla se ilumina cuando la función de inversión está activada y se ejecuta la inversión de la presentación de la señal acoplada al canal 2 (CH2) en 180°. Si la función de inversión está desactivada, no se ilumina la tecla.

27 **HOLD OFF / ON** (Tecla con indicación LED)
Al pulsar la tecla, se activa un tiempo de Hold-Off. Con la función activada se ilumina la tecla y con el mando giratorio TIME/DIV 20, se puede ajustar un tiempo de Hold-Off. El giro a la derecha aumenta el tiempo de Hold-Off. Al alcanzar el margen máximo de ajuste suena una señal acústica. El giro hacia la izquierda reduce el tiempo de Hold-Off ajustado y al llegar a su mínimo ajustable suena una señal acústica. El último ajuste de Hold-Off realizado vuelve automáticamente a su valor 0, si se desconecta el tiempo de Hold-Off con la tecla (entonces la tecla ya no se ilumina), por ejemplo si se desea ajustar otro valor de base de tiempos. Pulsando brevemente el mando de TIME/DIV 20, se puede conmutar entre ajuste de tiempo de Hold-Off y ajuste fino de la base de tiempos (ver ajuste de tiempo de Hold-Off).

28 **Z-INP** (Tecla con indicación LED)
Mediante una pulsación sobre la tecla se puede modificar la función de la entrada EXT.TRIG / Z-INP 31 (borne BNC). Este borne BNC se puede utilizar, como entrada para señales de disparo externas o como entrada para la señal de la modulación Z. Al quedar activa la función de modulación Z, se ilumina la tecla. En combinación con el funcionamiento de disparo externo o de tester de componentes, no se tiene acceso a la función de modulación Z o se desconecta de forma automática. Al acoplar 0 Voltios en la entrada de la modulación Z, el trazo permanece iluminado; el nivel TTL de +5V genera el oscurecimiento del trazo. Tensiones mayores a los +5V no quedan permitidas en combinación con esta función.

29 **INPUT CH1 + INPUT CH2** (Bornes BNC)
El borne CH1 sirve de entrada para señales del amplificador de medida del canal 1 y como entrada para el desvío horizontal en modo XY. En modo XY la entrada queda dirigida al amplificador de medida X. La conexión exterior del borne BNC queda conectado galvánicamente con la línea de protección de red (masa). Las teclas DC / AC 24 , GND 25 y INV 26 (en canal 2) quedan relacionadas con esta entrada.

30 **PROBE ADJUST** (Lengüeta de contacto)
Esta salida proporciona una señal con forma de onda rectangular de 1 kHz/1 MHz, útil para la compensación de frecuencia de sondas que incorporan conmutadores de atenuación. La impedancia de salida es de aprox. 50 Ω. Con una carga de alta impedancia (osciloscopio aprox. 1 MΩ, multímetro digital aprox. 10 MΩ), se dispone de una tensión de salida de aprox. 0,2 V_{pp} (tensión alterna rectangular). Las diferentes tensiones seleccionables suministradas como ondas rectangulares, sirven para el ajuste de la sonda y para su evaluación en el comportamiento en frecuencia. No es importante la frecuencia de la señal ni su atenuación. La frecuencia de la señal, depende del ajuste del coeficiente de desvío de tiempo (base de tiempos). En el margen de 0,2 s/DIV hasta 100 µs/DIV, se dispone de una frecuencia de señal de 1 kHz y en el margen de 50 µs/DIV hasta 100 ns/DIV se dispone de una frecuencia de señal de 1 MHz. Bajo el apartado de „Ajustes Previos y Puesta en Marcha" se describe la aplicación más importante de esta señal.

PROBE ADJUST (Lengüeta de contacto)
En esta lengüeta de contacto que suministra una señal de salida, se conecta la masa de la sonda.

31 **EXT.TRIG / Z-INP** (Borne BNC)
Esta entrada se utiliza para el disparo externo o para el funcionamiento de la modulación Z. La impedancia de entrada es de 1 MΩ II 15 pf. El contacto externo del borne BNC queda conectado galvánicamente con el conducto de protección de red (masa). Mediante una pulsación sobre la tecla Z-INP 28 se puede variar la función de la entrada.

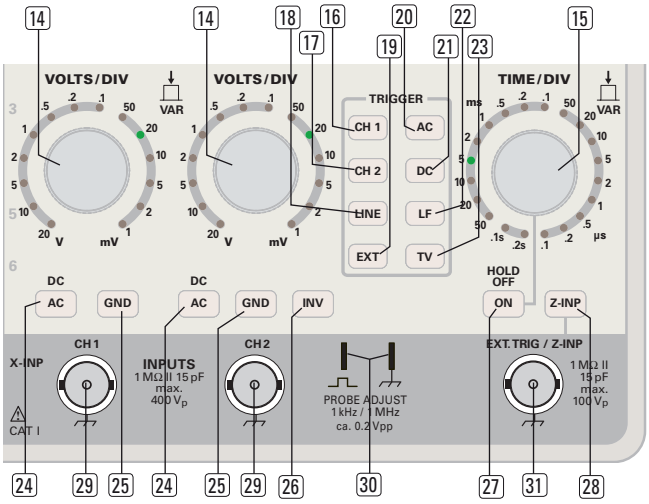
EXT.TRIG.
El borne BNC sólo actúa como entrada de señal para señales de disparo externas, si la Tecla Z-INP 28 no se ilumina. La fuente de disparo se determina con las teclas 16 .... 19. Durante el funcionamiento en modo de disparo externo, se anula la posibilidad de funcionar en modo de modulación Z.

Z-INP
EL funcionamiento de modulación Z se hace posible, cuando la tecla Z-INP 28 está iluminada. La función de modulación Z no es posible en combinación con los funcionamientos de „disparo externo" o de „Tester de Componentes" y queda anulada de forma automática. Durante la modulación Z se oscurece el trazo cuando se tiene niveles altos de TTL (lógica positiva). No se permiten tensiones superiores a los +5 Voltios, para la modulación Z.

32 **Teclas MODE** con funciones varias y LEDs
Conmutación de los modos de CH1 o CH2 (monocanal), DUAL (bicanal), Suma, XY y Tester de Componentes. Bajo el modo de funcionamiento de monocanal CH1 o CH2, una pulsación sobre la tecla DUAL origina la conmutación a modo de funcionamiento DUAL (bicanal). La condición de disparo presentada (fuente de disparo, pendiente de disparo y acoplamiento de disparo) permanece; pero puede ser modificada. El cambio a modo XY puede realizarse desde el modo de monocanal directamente, pulsando la tecla de Modo XY. Una vez en modo XY, se puede volver a modo DUAL, si se pulsa la tecla de Modo DUAL. El modo activo queda indicado por la iluminación de la tecla MODE correspondiente .

CH1:
La tecla Mode CH1 se utiliza para activar la entrada de señal de canal 1 (CH1) o para acceder a la memoria de ajuste de los mandos de memoria 1. Si previamente no se estaba utilizando el disparo externo o el disparo de red, el equipo posiciona, de forma automática, el disparo interno a disparo con origen de señal del canal 1 y la fuente de disparo, se indica por la tecla iluminada 16. El ajuste de la última función utilizada, del mando VOLTS/DIV 14 (CH1), permanece activo. Todos los elementos de control, que se refieren a este canal, permanecen activos.

CH2:
La tecla Mode CH2 se utiliza para activar la entrada de señal de canal 2 (CH2) o para acceder a la memoria de ajuste de los mandos de memoria 2. Si previamente no se estaba utilizando el disparo externo o el disparo



de red, el equipo posiciona, de forma automática, el disparo interno a disparo con origen de señal del canal 2 y la fuente de disparo, se indica por la tecla iluminada 17. El ajuste de la última función utilizada, del mando VOLTS/DIV 14 (CH2), permanece activo. Todos los elementos de control, que se refieren a este canal, permanecen activos. DUAL (Tecla Mode con indicación LED)

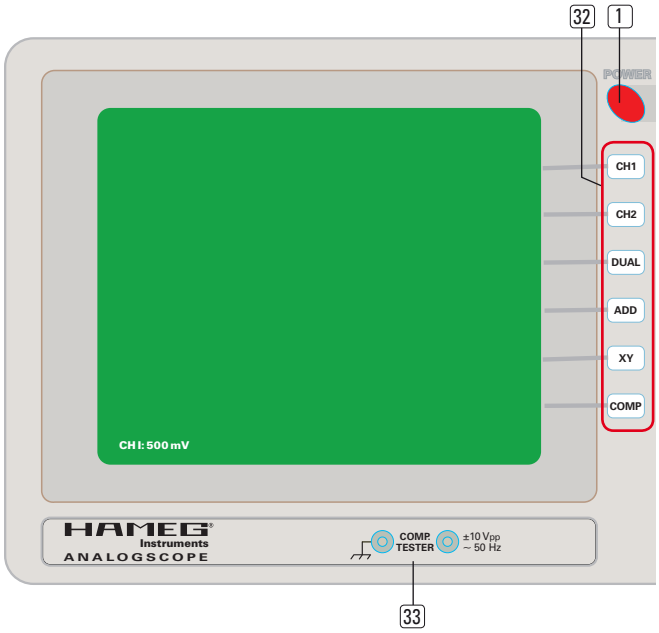
DUAL:
La pulsación sobre esta tecla activa el modo de presentación en pantalla de los dos canales a la vez DUAL o para acceder a la memoria de ajuste de los mandos de memoria 3 del equipo. El ajuste de la última función utilizada, (fuente de disparo, pendiente de disparo y acoplamiento de disparo) permanece; pero puede ser modificada. En modo DUAL se tiene a disposición el **modo chop** o el **modo alternado**, como formas de conmutación de canales. El estado activo de la tecla Mode DUAL se muestra por la iluminación de la tecla DUAL.

Modo de funcionamiento DUAL (bicanal):
En modo de conmutación de canales "chop" (troceado), se conmuta continuamente, durante el proceso de desvío de tiempo de la presentación de la señal, entre canal 1 y canal 2. En modo de conmutación de **canales alternado**, se presenta durante el proceso de desvío de tiempo sólo un canal y con el siguiente proceso de desvío el otro canal. La selección del modo de conmutación de canales **chop** o **alternado** se selecciona automáticamente, al seleccionar un coeficiente de tiempo determinado. Esta selección automática puede ser interrumpida por una selección manual, si se pulsa de forma prolongada la tecla Mode DUAL. Al variar el coeficiente de desvío de tiempo con el mando TIME/DIV 15, se vuelve de forma automática al sistema de conmutación de canales anteriormente utilizado.

ADD:
Tecla que permite activar el modo de suma de dos señales ADD (modo de suma) o para acceder a la memoria de ajuste de los mandos de memoria 4 del equipo. El ajuste de la última función utilizada, (fuente de disparo, pendiente de disparo y acoplamiento de disparo) permanece; pero puede ser modificada. El estado activo de la función ADD se muestra por la iluminación de la tecla Mode ADD.

Modo de funcionamiento de suma (ADD)
En modo de funcionamiento de suma, se suman dos señales (canal 1 y canal 2) o se restan y el resultado (suma algebraica o resta), se presenta en pantalla como una sola señal. El resultado sólo es correcto, si los coeficientes de desvío (vertical) de ambos canales son idénticos. El trazo puede ser modificado con los mandos POSITION 1 y 2.

XY:
Tecla que permite activar el modo de presentación en pantalla XY o para acceder a la memoria de ajuste de los mandos de memoria 5 del equipo. El estado activo de la función XY se muestra por la iluminación de la tecla Mode XY.



Modo de funcionamiento XY
Durante el modo de funcionamiento XY se desactivan las siguientes indicaciones:

1. La indicación del coeficiente de desvío de tiempo (base de tiempos)
2. La indicación de la fuente de disparo, la pendiente de disparo, el acoplamiento de disparo, la señal de disparo y el tiempo de Hold-Off.

El ajuste de la última función utilizada (fuente de disparo, pendiente de disparo y acoplamiento de disparo) permanece.

Los mandos de control correspondientes a estas indicaciones quedan también desactivados. El mando de POSITION 1 y el mando de TRIGGER-LEVEL [10] quedan también sin función. Se puede variar la posición de la señal en dirección X con el mando de X-POSITION [13].

COMP:
Tecla que permite activar el modo de Tester de Componentes o para acceder a la memoria de ajuste de los mandos de memoria 6 del equipo. El estado activo de la función Tester de Componentes se muestra por la iluminación de la tecla Mode COMP. Una breve pulsación sobre cualquier otra tecla, desactiva el modo de funcionamiento de Tester de Componentes.

Modo de funcionamiento de Tester de Componentes
Al pulsar la tecla Mode COMP (Tester de Componentes), se puede conmutar entre el modo de funcionamiento de osciloscopio y el de tester de componentes. Ver también en apartado correspondiente a „Tester de Componentes". Este modo de funcionamiento, utiliza los siguientes mandos y LEDs:

- Teclas de ADJUST – / + [2] con sus correspondientes LEDs, INTENS, FOCUS y TRACE [3].
- Mando X-POSITION [13]

La comprobación de los componentes electrónicos se realiza bajo el sistema de dos polos. Una conexión del componente se une con el borne derecho de 4 mm. La segunda conexión del componente bajo prueba se conecta con el borne izquierdo de 4 mm (borne de masa). Al desactivar el tester de componentes, pulsando cualquier tecla, se vuelve al estado de ajuste previo del osciloscopio, utilizados antes de conmutar a tester de componentes.

[33] **Tester de Componentes** (2 bornes de Ø 4mm)
Se utilizan para conectar los cables de test al tester de componentes incorporado en el osciloscopio. Los bornes son del tipo banana de 4 mm. El borne izquierdo (borne de masa) queda conectado galvánicamente con el conducto de protección de red (masa). Este borne izquierdo se utiliza como conexión de potencial de referencia en modo de funcionamiento de „Tester de Componentes", pero puede ser utilizado también como conexión de potencial de referencia de medida, al medir tensiones continuas o al medir tensiones alternas de baja frecuencia.

CE

Hersteller / Manufacturer / Fabricant: HAMEG Instruments GmbH, Industriestraße 6, D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:
Oszilloskop
Oscilloscope
Oscilloscope

Typ / Type / Type: **HM400**

mit / with / avec: **–**

Optionen / Options / Options: **–**

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées:

Sicherheit / Safety / Sécurité: EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)
Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II
Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:
Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

Störfestigkeit / Immunity / Imunitée: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date
31. 05. 2008

Unterschrift / Signature / Signatur

Holger Asmussen
Manager

Information générale concernant le marquage CE

Les instruments de mesure HAMEG répondent aux exigences de la directive sur la CEM. Le test de conformité HAMEG répond aux normes génériques actuelles et aux normes des produits. Lorsque différentes valeurs limites sont possibles, HAMEG applique les conditions d'essai les plus sévères. Les valeurs limites employées pour les émissions parasites sont celles qui s'appliquent aux environnements commerciaux et artisanaux ainsi qu'aux petites entreprises. Pour l'immunité, les limites concernant l'environnement industriel sont respectées.

Les câbles de mesure et de données qu'il est nécessaire de raccorder à l'instrument ont une influence considérable sur les valeurs limites prédéfinis. Les câbles utilisés sont toutefois différents suivant l'application. Par conséquent, lors des mesures pratiques, il faut impérativement respecter les conditions suivantes en matière d'émission et d'immunité:

1. Câbles de données
La connexion des instruments de mesure ou de leurs interfaces avec des appareils externes (imprimantes, ordinateurs, etc.) doit uniquement être réalisée avec des câbles suffisamment blindés. Sauf indication différente dans le mode d'emploi, la longueur maximale des câbles de données (entrée/sortie, signal/commande) est de 3 mètres et ils ne doivent pas sortir des bâtiments. Si l'interface d'un appareil permet le raccordement de plusieurs câbles, un seul doit être branché à la fois. Les câbles de données doivent généralement être des câbles à double blindage. En IEEE-488, le câble HAMEG HZ72 est doté d'un double blindage et répond donc à ce besoin.

2. Câbles de signaux
Il convient que les cordons de mesure destinés à la transmission des signaux entre le point de mesure et l'instrument soient généralement aussi courts que possible. Sauf indication différente, la longueur maximale des câbles de signaux (entrée/sortie, signal/commande) est de 3 mètres et ils ne doivent pas sortir des bâtiments.
Tous les câbles de signaux doivent en principe être blindés (câbles coaxiaux RG58/U). Il faut veiller à une bonne liaison de masse. Dans le cas des générateurs de signaux, il faut employer des câbles coaxiaux à double blindage (RG223/U, RG214/U).

3. Effets sur les instruments de mesure
Malgré un montage de mesure réalisé avec soin, des composantes indésirables du signal peuvent pénétrer dans l'instrument par le biais des cordons de mesure en présence de champs électriques ou magnétiques puissants à haute fréquence. Il n'existe ici aucun risque de dommage ni de panne pour les instruments HAMEG, mais de faibles écarts de la valeur mesurée par rapporte aux spécifications indiquées peuvent apparaître sous des conditions extrêmes.

4. Immunité des oscilloscopes
4.1 Champ HF électromagnétique
De petites superpositions du signal de mesure peuvent apparaître à l'écran en présence de champs électriques ou magnétiques puissants à haute fréquence. Ces champs peuvent être induits par le biais du réseau d'alimentation, des câbles de mesure et de commande et/ou par rayonnement direct et peuvent affecter aussi bien l'objet mesuré que l'oscilloscope.
Le rayonnement direct dans l'oscilloscope peut se produire à travers l'ouverture de l'écran, et ce malgré le blindage par le boîtier métallique. Comme la bande passante de chaque étage amplificateur de mesure est supérieure à la bande passante totale de l'oscilloscope, des parasites dont la fréquence est nettement supérieure à la bande passante de mesure de -3 dB peuvent apparaître à l'écran.

4.2 Transitoires rapides et décharges électrostatiques
L'induction de transitoires rapides (rafales) par le biais du réseau d'alimentation ou indirecte (capacitive) par le biais des câbles de mesure et de commande peut, dans certaines circonstances, activer le déclenchement (Trigger).
Celui-ci peut également être déclenché par un décharge statique (ESD) directe ou indirecte.
Comme l'oscilloscope doit pouvoir se déclencher et ainsi afficher des signaux de faible amplitude (< 500 µV), le déclenchement en présence de signaux de ce type (> 1 kV) est inévitable.

HAMEG Instruments GmbH

Deutsch 3
English 22
Español 40

Français

Information générale concernant le marquage CE 62

HM400 Oscilloscope analogique 40 MHz 64

Caractéristiques techniques 65

Remarques importantes 66
Symboles 66
Mise en place de l'appareil 66
Sécurité 66
Conditions de fonctionnement 66
Garantie et réparation 67
CAT I 67
Domaine d'application 67
Conditions ambiantes 67
Entretien 67
Circuit de protection 67
Tension du réseau 67

Description sommaire des éléments de commande 68

Principes généraux 70
Visualisation de signaux 70
Mesure d'amplitude 70
Mesures de temps 70
Application du signal 70

Mise en route et préréglages 71
Rotation de trace 72
Utilisation et réglage des sondes 72
Réglage 1kHz 72
Réglage 1MHz 72

Mode de fonctionnement des amplificateurs verticaux 72
Mode XY 73
Mesure de différence de phase en mode double trace 73

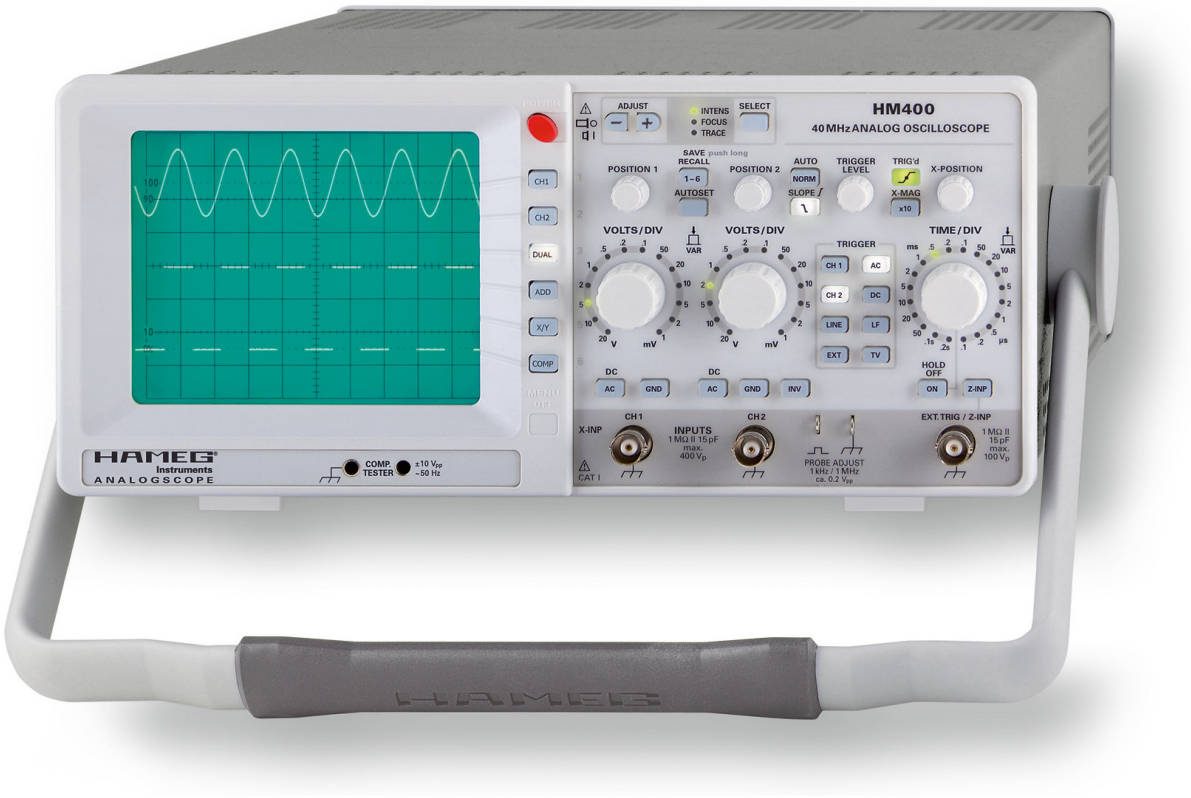
Déclenchement et balayage 73
Déclenchement automatique crête 73
Déclenchement normal 74
Pente de déclenchement 74
Couplage de déclenchement 74
TV Déclenchement sur signaux vidéo 74
Déclenchement trame 74
Déclenchement ligne 74
Déclenchement secteur 75
Déclenchement externe 75
Indicateur de déclenchement 75
Réglage de la durée d'inhibition (HOLD OFF) 75

AUTOSET 76

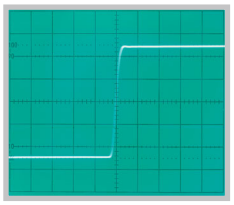
Testeur de composants 76
Tests sur circuit 77

Description des éléments de commande 77
1 POWER 77
2 ADJUST – / + 77
3 Indication LEDs 77
4 SELECT 77
5 POSITION 1 + POSITION 2 77
6 SAVE / RECALL 78
7 AUTOSET 78
8 AUTO / NORM – Touche et LED 78
9 SLOPE – Touche et LED 78
10 TRIGGER LEVEL – Bouton 78
11 TRIG'D – LED 78
12 X-MAG/x10 – Touche x10 avec LED 78
13 X-POSITION 78
14 VOLTS/DIV - 2 boutons (CHI + CH2) 78
15 TIME/DIV – BOUTON 79
16 CH I – touche avec LED 79
17 CH II – touche avec LED 79
18 LINE – touche avec LED 79
19 EXT – touche avec LED 79
20 AC – touche avec LED 79
21 DC – touche avec LED 79
22 LF – touche avec LED 79
23 TV – touche avec LED 79
24 DC/AC – touche avec LED pour la voie 1 et 2 79
25 GND – touche avec LED pour la voie 1 et 2 80
26 INV – touche avec LED pour la voie II 80
27 HOLD –OFF/ON – touche avec LED 80
28 Z-INP – touche avec LED 80
29 INPUT CH1 + CH2 – 2 prises BNC 80
30 PROBE ADJUST ⎍ – contact 80
PROBE ADJUST ⏚ – contact 80
31 EXT.TRIG/Z-INP – prise BNC 80
32 Touches Modes avec diverses fonctions et LEDs 80
33 COMPONENT TESTER 81

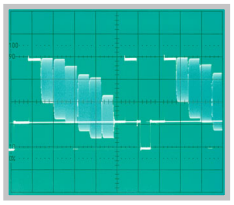
Oscilloscope analogique 40MHz
HM400



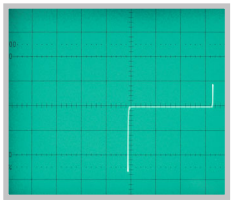
Aucun phénomène impulsionnel



Signal vidéo avec un 2ème déclenchement



Caractéristiques d'une diode Zener en mode testeur de composants



- ☑ **La référence dans sa catégorie pour la gamme de tension d'entrée et la sensibilité**
- ☑ 2 voies avec coefficients de déviation de 1mV/div....20V/div., variable jusqu'à 50V/div.
- ☑ Base de temps : 0,2s/div....100ns/div., Jusqu'à 10ns/div. en expansion par 10
- ☑ Amplificateurs de mesure à faible bruit pour une reproduction parfaite des impulsions et une suroscillation minimale
- ☑ Déclenchement stable de 0...50MHz à partir d'une hauteur de signal crête à crête de 0,5div. (jusqu'à 80MHz à 1div.)
- ☑ Autoset, 6 mémoires de configuration de l'appareil avec le mode Save/Recall
- ☑ Mode de fonctionnement Yt et XY avec entrée Z pour la modulation d'intensité
- ☑ Testeur de composants pour la visualisation des caractéristiques des composants (Mesures bipolaires)
- ☑ Faible consommation d'énergie, silencieux, pas de ventilateur

Oscilloscope analogique 40 MHz HM400

Caractéristiques à 23°C après une période de chauffe de 30 minutes

Déviation verticale	
Mode de fonctionnement :	voie 1 ou 2 seule voie 1 et 2 alternées ou decoupées Somme ou différence des voies 1 et 2
Mode Inversé :	voie 2
Mode XY :	voie 1 (X) voie 2 (Y)
Bande passante (-3dB) :	
DC, 5 mV/div....20 V/div. :	0...40 MHz
AC, 5 mV/div....20 V/div. :	2 Hz...40 MHz
DC, 1 mV/div....2 mV/div. :	0...10 MHz
AC, 1 mV/div....2 mV/div. :	2 Hz...10 MHz
Temps de montée (calculé) :	‹35 ns (1 mV/div....2 mV/div.) ‹8,75 ns (5 mV/div....20 V/div.)
Coefficient de déviation :	Séquence 1-2-5 ± 5% (1 mV/div....2 mV/div.) ± 3% (5 mV/div....20 V/div.)
Variable (non calibré) :	› 2,5:1 jusqu'à 50 V/div
Impédance d'entrée :	1MΩ II 15 pF
Couplage d'entrée :	DC, AC, GND
Tension d'entrée max. :	400V (DC + crete AC)

Déclenchement	
Automatique (crête crête) :	5 Hz...50 MHz (≥ 0.5 div.), 50 MHz...80 MHz (≥ 1 div.)
Normal avec commande de niveau :	0...50 MHz (≥ 0.5 div.), 50 MHz...80 MHz (≥ 1 div.)
Flanc :	positif ou négatif
Source :	voie 1 ou 2, secteur, externe
Couplage :	AC (5Hz...80MHz), DC (0...80MHz), LF (0...1,5 kHz)
Affichage du déclenchement :	LED
Signal externe :	
Impédance d'entrée :	1MΩ II 15pF
2ème déclenchement :	0,3 V_{cc} ≤ 5 V, DC (0...50 MHz), AC (20 Hz...50 MHz)
Tension d'entrée max. :	100 V (DC + crête AC)
Séparateur actif synchro TV :	trames et lignes ; +/-

Déviation horizontale	
Base de temps :	0,2 s/div....100 ns/div. (Séquence 1-2-5)
Précision :	± 3 %
Variable (non calibré) :	› 2,5 :1 à › 1,25 s/div.
En expansion par 10 :	jusqu'à 10 ns/div.
Précision :	± 5 %
Hold Off :	jusqu'à 10:1 (variable)
XY	
Bande passante ampli X.	0...2,5 MHz (-3 dB)
Différence de phase X-Y ‹ 3° :	‹ 120 kHz

Commandes / Readout / réglages	
Manuel :	depuis les commandes de la face avant et boutons
Mode Autoset :	réglage automatique des paramètres
Mode Save et Recall :	pour 6 configurations

Testeur de composants	
Tension de test :	7 V_{rms} (en cicruit ouvert)
Courant de test :	7 mA_{rms} (en court circuit)
Fréquence de test :	env. 50 Hz
Branchement :	2 prises 4 mm pour fiches banane Un des points de test est à la masse

Divers	
Tube cathodique :	D14-363GY, 8 x 10 div., graticule interne
Tension d'accélération :	env. 2 kV
Inversion du signal :	réglable sur face avant
Entrée Z (Modulation) **:**	+ 5 V max (TTL), 10 kHz
Sortie Probe ADJ :	1 kHz / 1 MHz signal rectangulaire env. 0,2 V_{cc} (tr ‹5 ns) pour la compensation des sondes
Tension d'alimentation :	105/253 V, 50/60 Hz ± 10 %, CAT II
Consommation :	env. 30 W à 230 V/50 Hz
Temp. de fonctionnement :	+5 °C...+40 ° C
Temp. pour le stockage :	-20 °C...+70 °C
Humidité relative max. :	5%...80% (sans condensation)
Dimensions (L x H x P) **:**	285 x 125 x 380 mm
Poids :	4,8 kg

Accessoires fournis : cordon secteur, notice d'utilisation, 2 sondes 1:1/10:1 (HZ154) compensation LF/RF

www.hameg.com

HM400F/051108/ce· Sous réserve de modifications · © HAMEG Instruments GmbH® · Certifié DQS selon DIN EN ISO 9001:2000, Reg.-No.: DE-071040 QM, fabriqué en Allemagne

HAMEG Instruments France Sarl · Parc Tertiaire de Meudon · 9/11, rue Jeanne Braconnier · 92366 MEUDON LA FORET CEDEX · Tél: 01 41 36 11 60 · Fax: 01 41 36 10 01 · www.hameg.com · email: hameg.france@hameg.com

Remarques importantes

Examiner l'instrument immédiatement après l'avoir déballé afin d'y déceler d'éventuels dommages mécaniques ou des pièces qui se seraient détachées à l'intérieur. Tout défaut lié au transport doit être signalé immédiatement au fournisseur. L'appareil ne doit pas être mis en service dans ce cas.

Symboles

Observer le mode d'emploi

Haute tension

Consigne à respecter impérativement !

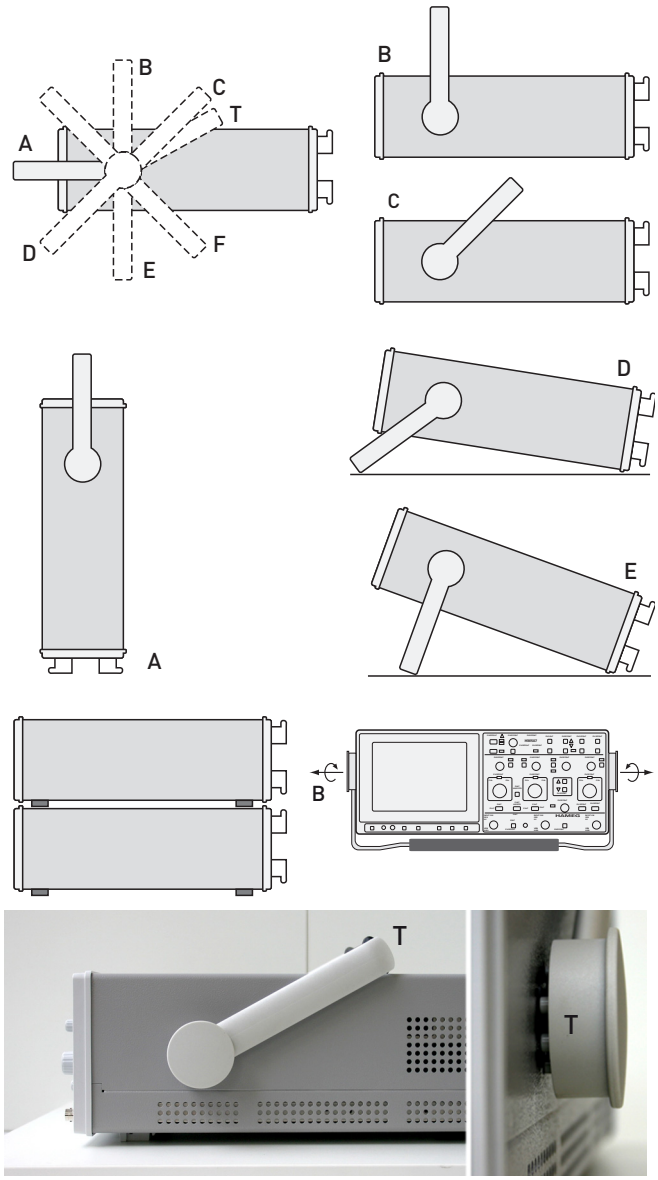
Terre

Mise en place de l'appareil

Comme le montrent les images, la poignée peut prendre plusieurs positions
A et B = Position de transport
C = Position horizontale d'utilisation
D et E = Position d'utilisation avec différents angles
F = Position pour ôter la poignée
T = Position pour l'expédition de l'appareil dans son emballage (boutons non cliqués)

Attention !
Avant tout changement de position de la poignée, l'oscilloscope doit être posé sur une surface plane comme une table afin de prévenir tout risque de chute. Les boutons de chaque côté de la poignée doivent être tirés simultanément vers l'extérieur et tournés dans la position désirée. Si tel n'est pas le cas ils se fixeront (click) dans la position suivante selon la direction.

Enlever/ fixer la poignée
Selon le type d'appareil, la poignée peut être enlevée et de nouveau fixée dans les positions B ou F.



Sécurité

Cet appareil a été construit et testé conformément à la norme VDE 0411, Partie 1, Dispositions de sécurité pour les appareils de mesure, de commande, de régulation et de laboratoire et a quitté l'usine dans un état technique parfait du point de vue de la sécurité. Il est également conforme aux dispositions de la norme européenne EN 61010-1 ou de la norme internationale CEI 1010-1. Pour obtenir cet état et garantir un fonctionnement sans danger, l'utilisateur doit respecter les consignes et tenir compte des avertissements contenus dans le présent mode d'emploi. Le boîtier, le châssis et toutes les bornes de mesure sont reliés à la terre. L'appareil est conforme aux dispositions de la classe de protection I. L'isolement entre les parties métalliques accessibles et les bornes du secteur a été contrôlé avec une tension continue de 2200 V.

Pour des raisons de sécurité, l'oscilloscope doit uniquement être branché à des prises avec terre conformes à la réglementation. Il faut brancher la fiche secteur avant la connexion des circuits de mesure. Il est interdit de couper la liaison à la terre.

La majorité des tubes cathodiques produisent des rayons gamma. Sur cet appareil, le débit de dose ionique reste nettement inférieur à la valeur autorisée par la loi de 36 pA/kg.

En cas de doute sur l'aptitude de l'appareil à fonctionner sans danger, il faut le mettre hors service et le protéger contre toute utilisation involontaire.

Cette supposition est justifiée dans les cas suivants :
- lorsque l'appareil présente des dommages visibles,
- lorsque des pièces se sont détachées à l'intérieur de l'appareil,
- lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
- après un entreposage prolongé sous des conditions dé-favorables (par exemple à l'air libre ou dans des locaux humides),
- après de dégâts importants liés au transport (par exemple dans un emballage non conforme aux exigences minimales pour un transport par voie postale, ferroviaire ou routière).

Conditions de fonctionnement

ATTENTION!
L'instrument doit exclusivement être utilisé par des personnes familiarisées avec les risques liés à la mesure de grandeurs électriques.

Pour des raisons de sécurité, l'oscilloscope doit uniquement être branché à des prises avec terre conformes à la réglementation. Il est interdit de couper la liaison à la terre. Il faut brancher la fiche secteur avant la connexion des circuits de mesure.

Garantie et réparation

Les instruments HAMEG sont soumis à un contrôle qualité très sévère. Chaque appareil subit un test «burn-in» de 10 heures avant de quitter la production, lequel permet de détecter pratiquement chaque panne prématurée lors d'un fonctionnement intermittent. L'appareil est ensuite soumis à un essai de fonctionnement et de qualité approfondi au cours duquel sont contrôlés tous les modes de fonctionnement ainsi que le respect des caractéristiques techniques.
Les conditions de garantie du produit dépendent du pays dans lequel vous l'avez acheté. Pour toute réclamation, veuillez vous adresser au fournisseur chez lequel vous vous êtes procuré le produit.

Pour un traitement plus rapide, les **clients de l'union européenne (UE)** peuvent faire effectuer les réparations directement par HAMEG. Même une fois le délai de garanti dépassé, le service clientèle de HAMEG se tient à votre disposition.

Return Material Authorization (RMA)
Avant chaque renvoi d'un appareil, veuillez réclamer un numéro RMA par Internet: http://www.hameg.com ou par fax. Si vous ne disposez pas d'emballage approprié, vous pouvez en commander un en contactant le service commercial de HAMEG (tel: +49 (0) 6182 800 500, E-Mail : service@ameg.com).

CAT I

Cet oscilloscope est conçu pour réaliser des mesures sur des circuits électriques non reliés ou non reliés directement au réseau. Les mesures directes (sans isolation galvanique) sur des circuits de mesure de catégorie II, III ou IV sont interdites!
Les circuits électriques d'un objet mesuré ne sont pas reliés directement au réseau lorsque l'objet mesuré est utilisé par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement de protection de classe II. Il est également possible d'effectuer des mesures quasiment indirectes sur le réseau à l'aide de convertisseurs appropriés (par exemple pinces ampèremétriques) qui répondent aux exigences de la classe de protection II. Lors de la mesure, il faut respecter la catégorie de mesure du convertisseur spécifiée par son constructeur.

Catégories de mesure
Les catégories de mesure se rapportent aux transitoires sur le réseau. Les transitoires sont des variations de tension et de courant courtes et très rapides (raides) qui peuvent se produire de manière périodique et non périodique. L'amplitude des transitoires possibles augmente d'autant plus que la distance par rapport à la source de l'installation basse tension est faible.

Catégorie de mesure IV: mesures à la source de l'installation basse tension (par exemple sur des compteurs).
Catégorie de mesure III: mesures dans l'installation du bâtiment (par exemple distributeur, contacteur de puissance, prises installées à demeure, moteurs installés à demeure, etc.).
Catégorie de mesure II: mesures sur des circuits électriques qui sont directement reliés au réseau basse tension (par exemple appareils domestiques, outillage électroportatif, etc.).
Catégorie de mesure I: Mesures sur les circuits électriques non reliés directement au réseau Appareils sur piles, batteries, isolés galvaniquement.

Domaine d'application

L'oscilloscope est conçu pour être utilisé dans les secteurs industriel, domestique, commercial et artisanal ainsi que dans les petites entreprises.

Conditions ambiantes

La température ambiante admissible pendant le fonctionnement est comprise entre +5 °C et +40 °C. Elle peut être comprise entre –20 °C et +70 °C pendant le stockage et le transport. Si de la condensation s'est formée pendant le transport ou le stockage, il faut laisser l'appareil s'acclimater pendant 2 heures environ avant de le mettre en service. L'oscilloscope est conçu pour être utilisé dans des locaux propres et secs. Il ne doit pas être utilisé dans une atmosphère particulièrement chargée en poussière ou trop humide, dans un environnement explosible ou en présence d'agression chimique. La position de fonctionnement est sans importance, mais il faut prévoir une circulation d'air suffisante (refroidissement par convection). En fonctionnement continu, il faut accorder la préférence à la position horizontale ou inclinée (poignée béquille).

Il ne faut pas couvrir les orifices d'aération !

Les caractéristiques nominales avec les tolérances indiquées ne sont valides qu'après une période de chauffe d'au moins 20 minutes et pour une température ambiante comprise entre 15 °C et 30 °C. Les valeurs sans indication de tolérance sont celles d'un appareil standard.

Entretien

L'extérieur de l'oscilloscope doit être nettoyé régulièrement avec un pinceau à poussière. La saleté tenace sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1 % de détergent). De l'alcool à brûler ou de l'éther de pétrole peut être utilisé pour des impuretés grasses. L'écran doit uniquement être nettoyé avec de l'eau ou de l'éther de pétrole (pas d'alcool ni de solvant) et doit ensuite être essuyé avec un chiffon propre, sec et non pelucheux. Après l'avoir nettoyé, il est recommandé de le traiter avec une solution antistatique standard conçue pour les matières plastiques. Le liquide de nettoyage ne doit en aucun cas pénétrer dans l'appareil. L'utilisation d'autres produits de nettoyage risque d'attaquer les surfaces en plastique et vernies.

Circuit de protection

Cet appareil est équipé d'un bloc d'alimentation à découpage muni de circuits de protection contre les surtensions et les surintensités. Un bruit de cliquetis périodique peut se faire entendre en cas de défaut.

Tension du réseau

L'appareil fonctionne avec des tensions alternatives à 50 et 60 Hz comprises entre 105 V et 253 V. Aucun dispositif de commutation des différentes tensions de réseau n'a donc été prévu.
Le fusible d'alimentation est accessible depuis l'extérieur. L'embase secteur et le porte-fusible forment un seul bloc. Le remplacement du fusible ne doit et ne peut (si le porte-fusible ne soit pas endommagé) s'effectuer qu'après avoir retiré le cordon secteur de l'embase. Il faut ensuite faire sortir le porte-fusible à l'aide d'un tournevis en prenant appui sur la fente qui se trouve du côté des contacts. Le fusible peut alors être poussé hors de son support et remplacé. Enfoncer le porte-fusible jusqu'à ce qu'il s'enclenche. Vous devez ressentir la résistance d'un ressort. Il est interdit d'utiliser des fusibles « bricolés » ou de court-circuiter le porte-fusible. Les dommages qui en résulteraient ne sont pas couverts par la garantie.

Type de fusible: Taille 5 x 20 mm ; 250 V~, C ;
IEC 127, feuille III ; DIN 41 662
(éventuellement. DIN 41 571, feuille 3).
Coupure : temporisée (T), 0,8 A.

Description sommaire des éléments de commande

[1] **POWER** (touche) – mise sous tension, Marche/Arrêt. 77

[2] **ADJUST – / +** (touches) 77
Permet de modifier divers paramètres en fonction de la sélection avec le bouton SELECT [4]

[3] **Indication LEDs** 77
INTENS: La LED s'allume si le réglage de la luminosité a été sélectionné avec le bouton SELECT [4]
FOCUS: La LED s'allume si le réglage de l'astigmatisme a été sélectionné avec le bouton SELECT [4]
TRACE: La LED s'allume si le réglage de la rotation de trace a été sélectionné avec le bouton SELECT [4]

[4] **SELECT** (touche) 77
Permet de modifier certains réglages relatifs au tube cathodique tels que la luminosité, l'astigmatisme, la rotation de trace en appuyant sur les boutons ADJUST 2 lorsque la LED correspondante est allumée

[5] **POSITION 1 + POSITION 2** (boutons) 78
Déplace verticalement la trace de la voie 1 et la voie 2

[6] **SAVE/RECALL** (touche avec LED) 78
En combinaison avec l'un des boutons [32], ce bouton permet d'accéder aux mémoires de configuration de l'appareil

[7] **AUTOSET** (touche) 78
Sélectionne automatiquement un réglage approprié de l'instrument pour la plupart des signaux

[8] **AUTO/NORM** (touche avec LED) 78
Sélection du déclenchement automatique (AUTO) ou normal (NORM). La LED s'allume si le déclenchement normal est sélectionné, sinon le déclenchement automatique est activé.

[9] **SLOPE** (touche avec LED) 78
Sélectionne le front de déclenchement montant ou descendant du signal. La LED s'allume si le front descendant est sélectionné.

[10] **TRIGGER LEVEL** (bouton) 78
Permet de modifier le niveau de déclenchement de la base de temps

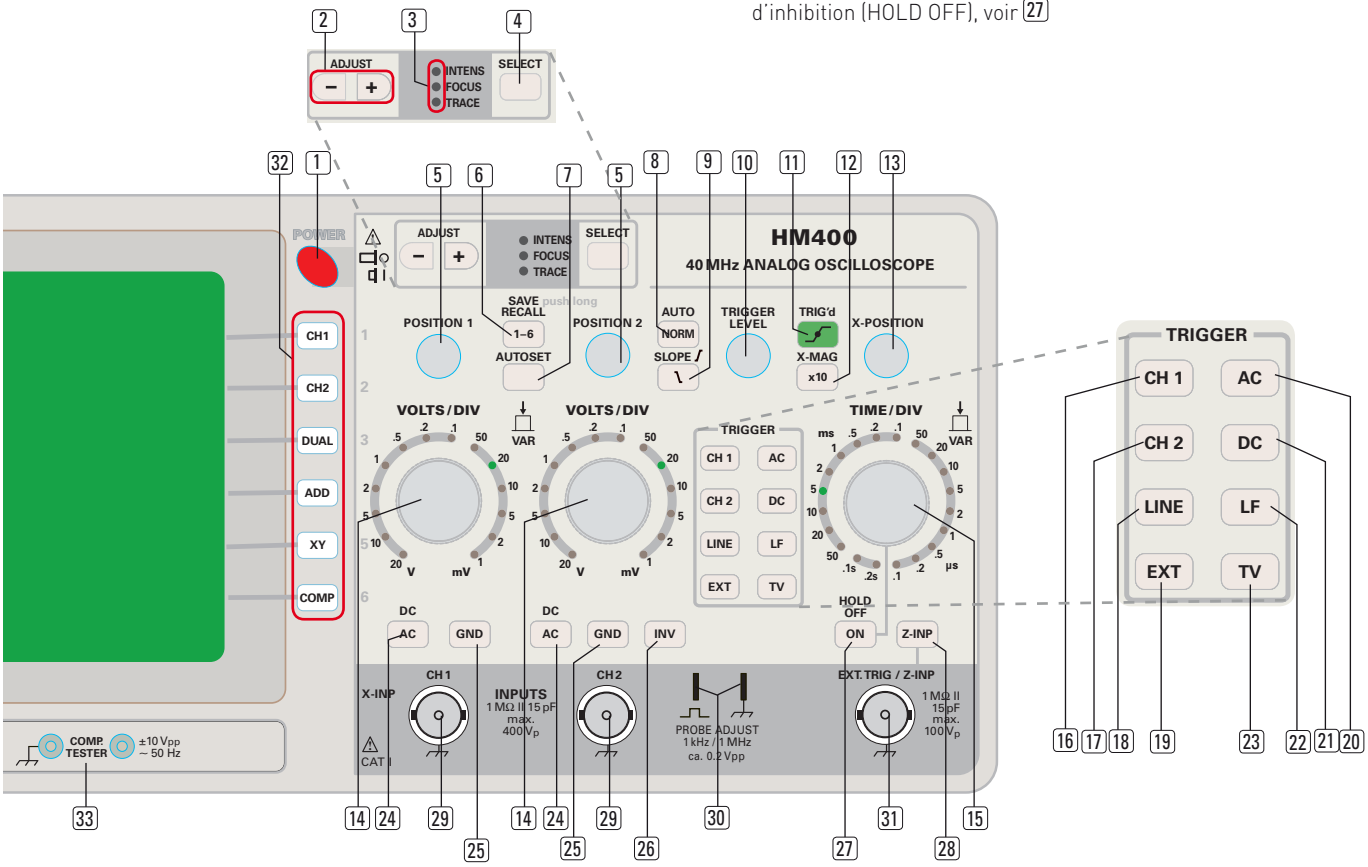
[11] **TRIG'd** (LED) 78
La LED s'allume si l'instrument reçoit un signal conforme aux conditions de déclenchement sélectionnées et fonctionne en mode déclenché.

[12] **X-MAG/x10** (touche avec LED) 78
Permet une expansion par 10 dans l'axe horizontal depuis le centre de l'écran avec modification correspondante du calibre de la base de temps. La LED s'allume si l'expansion x10 est activée

[13] **X-Position** (bouton) 78
Déplacement de la trace en direction horizontale

[14] **VOLTS/DIV** (boutons, CH1 + CH2) 78
Réglage de la sensibilité de la voie 1 et 2. En appuyant sur ce bouton, la fonction variable est activée, tant que celle-ci est activée, l'affichage de la sensibilité clignote pour indiquer que la sensibilité n'est pas calibrée.

[15] **TIME/DIV** (bouton) 79
Permet de régler le calibre de la base de temps. En appuyant sur ce bouton, la fonction variable est activée, et, tant que celle-ci est activée l'affichage du calibre de la base de temps clignote parce que la base de temps n'est pas calibrée. Ce bouton a également une troisième fonction: réglage de la durée d'inhibition (HOLD OFF), voir [27]



16 **CH1** (touche avec LED) 79
Sélection de la voie 1 comme source de déclenchement, la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

17 **CH2** (touche avec LED) 79
Sélection de la voie 2 comme source de déclenchement, la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

18 **LINE** (touche avec LED) 79
Sélection du déclenchement secteur , la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

19 **EXT** (touche avec LED) 79
Sélection du déclenchement par signal externe, la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

20 **AC** (touche avec LED) 79
Sélection du couplage de déclenchement AC, la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

21 **DC** (touche avec LED) 79
Sélection du couplage de déclenchement DC, la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

22 **LF** (touche avec LED) 79
Couplage de déclenchement basse fréquence, commute le filtre passe bas, la touche LED s'allume.

23 **TV** (touche avec LED) 79
Sélection du déclenchement sur signaux vidéo, la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

24 **DC/AC** (touche avec LED pour CH1 + CH2) 79
Sélection du couplage d'entrée DC ou AC de la voie 1 et 2, la touche LED s'allume si AC est sélectionné.

25 **GND** (touche avec LED pour CH1 + CH2) 80
Mise à la masse de l'entrée signal de la voie 1 et 2, la touche LED s'allume pour indiquer le choix.

26 **INV** (touche avec LED) 80
Inversion du signal de la voie 2 (CH2), comme indiqué par la LED. (L'inversion de la voie 1 n'est pas possible).

27 **HOLD OFF/ON** (touche avec LED) 80
L'appui sur cette touche permet d'accéder au réglage de la durée d'inhibition. La durée d'inhibition se règle avec le bouton TIME/DIV 15.

28 **Z–INP** (touche avec LED) 80
Active l'entrée externe Z (modulation de Wehnelt) 31 pour la modulation d'intensité, la touche LED s'allume.

29 **INPUT CH1 + INPUT CH2** (connecteurs BNC) 80
Entrée du signal pour la voie 1 et voie 2. En mode XY l'entrée CH1 permet de contrôler la déviation horizontale (X) de la trace.

30 **PROBE ADJUST** ⎍ (contact) 80
Sortie signal rectangulaire 1kHz/1MHz pour le réglage des sondes autres que 1 : 1.
PROBE ADJUST ⏚ (contact)
Point de prise de masse pour le réglage des sondes.

31 **EXT. TRIG / Z-INP** (connecteur BNC) 80
Entrée de déclenchement externe ou entrée de modulation d'intensité Z.

32 **Touches de sélection de mode avec LED** 80
CH1: Active la voie 1 ou sélectionne l'accès à la mémoire de configuration N°1, indiqué par la LED.
CH2: Active la voie 2 ou sélectionne l'accès à la mémoire de configuration N°2, indiqué par la LED.
DUAL: Active le mode double trace ou l'accès à la mémoire de configuration N°3, indiqué par la LED.

ADD: Active le mode addition de l'amplificateur vertical ou l'accès à la mémoire de configuration N°4, indiqué par la LED.

XY: Active le mode XY ou l'accès à la mémoire de configuration N°5, indiqué par la LED.

COMP:
Active le testeur de composants ou sélectionne l'accès à la mémoire de configuration N°6, indiqué par la LED.

33 **COMPONENT TESTER** (2 douilles banane de 4 mm) 81
Prises du testeur de composants, celui de gauche est connecté au châssis et donc à la prise de terre.

Principes généraux

Visualisation de signaux

L'oscilloscope HM400 affiche pratiquement tous les types de signaux se répétant périodiquement (tensions alternatives) à des fréquences pouvant aller au moins jusqu'à 40 MHz (–3 dB) ainsi que les tensions continues. Les amplificateurs de mesure sont conçus de façon à ce que la qualité de transmission ne soit pas influencée par leurs propres suroscillations.

La représentation des phénomènes électriques simples comme les signaux sinusoïdaux HF et BF ou les tensions d'ondulation fréquentes sur le secteur ne pose aucun problème particulier. Lors des mesures à partir de 14 MHz il faut tenir compte de l'erreur de mesure liée à une chute de l'amplification. A 25 MHz environ, la chute est de l'ordre de 10 %, dans ce cas la valeur réelle de la tension est supérieure d'environ 11% à la valeur affichée. En raison des bandes passantes différentes des amplificateurs (–3 dB entre 40 MHz et 45 MHz), il est difficile de définir avec exactitude la valeur de l'erreur de mesure.

Lors de l'examen de signaux rectangulaires ou impulsionnels il faut veiller à ce que les composantes harmoniques soient également transmises. Par conséquent, la fréquence de récurrence du signal doit être nettement inférieure à la fréquence limite supérieure des amplificateurs de mesure.
La représentation de signaux mélangés est plus difficile, surtout, lorsqu'ils ne contiennent pas de niveaux élevés synchrones de la fréquence de récurrence et sur lesquels l'oscilloscope pourrait être déclenché. Ceci est par ex. le cas avec des signaux «burst». Pour obtenir une image bien synchronisée même dans ce cas, il est alors nécessaire dans certaines circonstances de modifier la durée d'inhibition. Le séparateur synchro TV actif permet un déclenchement aisé sur les signaux vidéo-composites.

L'entrée de chaque amplificateur de mesure est munie d'une touche AC/DC (DC=direct current; AC=alternating current) permettant un fonctionnement au choix en tant qu'amplificateur de tension continue ou alternative. En couplage courant continu DC l'on ne devrait travailler qu'avec une sonde atténuatrice ou avec de très basses fréquences, ou lorsque la présence de la composante continue de la tension de signal est absolument nécessaire. Des pentes parasites peuvent apparaître lors de la mesure d'impulsions à très basse fréquence avec un couplage AC de l'amplificateur de mesure (fréquence limite AC env.1,6 Hz pour –3 dB). Dans ce cas, lorsque la tension de signal n'est pas superposée par un niveau de tension continue élevé, le couplage DC est préférable. Sinon, un condensateur de valeur adéquate devra être connecté devant l'entrée de l'amplificateur de mesure branché en couplage DC. Celui-ci doit posséder une rigidité diélectrique suffisamment élevée. Le couplage DC est également à recommander pour la représentation de signaux logiques et d'impulsions, en particulier lorsque le rapport cyclique varie constamment. Dans le cas contraire, l'image se déplacera vers le haut ou vers le bas à chaque modification. Des tensions continues pures ne peuvent être mesurées qu'en couplage DC.

Mesure d'amplitude

En électrotechnique, les tensions alternatives sont exprimées en général en valeur efficace. La valeur crête à crête Vcc est cependant utilisée pour les tensions mesurées avec un oscilloscope. Cette dernière correspond à la différence entre le maximum et le minimum de tension. Si l'on veut convertir une grandeur sinusoïdale représentée sur l'écran de l'oscilloscope en valeur efficace, la valeur en V_{cc} doit être divisée par 2 x √2 = 2,83.

La tension de signal minimale requise à l'entrée Y pour une image de 1 cm de hauteur est de 1 mV_{cc} ±5 % si le réglage fin se trouve en position calibrée. Le réglage fin doit se trouver en position calibrée pour les mesures d'amplitude. Des signaux plus petits peuvent cependant encore être représentés. Les coefficients de déviation possibles sont indiqués en mV_{cc}/cm ou en V_{cc}/cm. La grandeur de la tension appliquée s'obtient en multipliant le coefficient de déviation réglé par la hauteur verticale lue de l'image en cm. Hors calibrage, la sensibilité de déviation peut être réduite au moins jusqu'à un facteur 2,5:1. Il est ainsi possible de régler toutes les valeurs intermédiaires au sein des positions 1-2-5 du commutateur d'atténuation.
Des signaux jusqu'à 400 V_{cc} peuvent être affichés sans sonde atténuatrice.

Si le signal de mesure possède une composante de tension continue, la valeur totale (tension continue + valeur crête simple de la tension alternative) du signal à l'entrée Y ne doit pas dépasser ±400 V. Dans le cas d'une tension alternative pure, la valeur peut atteindre 800 V_{cc} (seulement 400 V_{cc} seront affichés à l'écran).

Lors de l'utilisation de sondes 10 :1 les tensions maximales peuvent être exploitées seulement si le couplage d'entrée de l'oscilloscope est commuté sur DC. Ceci ne s'applique pas aux sondes 100 :1 et 1000 :1.

Ainsi la sonde atténuatrice standard HZ154 10:1 permet d'exploiter des tensions DC jusqu'à 400 Vcc et pure AC jusqu'à 800 V_{cc}. Avec une sonde atténuatrice spéciale 100:1 HZ53 des tensions DC jusqu'à 1200 V_{cc} et pure AC jusqu'à 2400 V_{cc} peuvent être mesurées.

Cependant cette valeur diminue aux fréquences élevées (voir caractéristiques techniques HZ53). Avec une sonde atténuatrice normale 10:1 l'on risque, avec des tensions si élevées, un claquage du C-trimmer shuntant la résistance de l'atténuateur par lequel l'entrée Y de l'oscilloscope peut être endommagée. Cependant si par exemple, seule l'ondulation résiduelle d'une haute tension doit être mesurée la sonde atténuatrice 10:1 est également suffisante. Celle-ci doit alors être précédée d'un condensateur haute tension approprié (env. 22-68nF).

Avec le couplage d'entrée branché sur GND, une ligne horizontale du graticule peut avant la mesure être prise comme ligne de référence pour le potentiel de masse.

Mesures de temps

Les signaux mesurés avec un oscilloscope sont généralement des évolutions répétitives de la tension dans le temps, appelées par la suite des périodes. Le nombre de périodes par seconde est la fréquence de récurrence. Suivant le réglage de la base de temps (TIME/DIV.), il est possible d'afficher une ou plusieurs périodes du signal ou encore seulement une partie d'une période. Les coefficients de la base de temps sont indiqués par des LEDs autour de la circonférence du bouton TIME/DIV en µs/cm, ms/cm et s/cm.
La durée de la période d'un signal ou d'une partie de celle-ci est déterminée en multipliant la section de temps concernée (écart horizontal en cm) par le coefficient de base de temps réglé.
Le bouton X POSITION permet de déplacer la position horizontale de la trace. Les temps de montée et de descente sont définis entre 10 et 90 % de l'amplitude.

Application du signal

Utiliser la touche AUTOSET pour obtenir automatiquement un réglage approprié de l'appareil en fonction du signal. (voir AUTOSET). Le paragraphe suivant se rapporte à des applications nécessitant un réglage manuel. La fonction des éléments de commande est décrite dans le chapitre « Eléments de commande ».

Attention lors de l'application de signaux inconnus à l'entrée verticale !

Sans sonde atténuatrice, il faut toujours choisir un couplage AC et un coefficient de déviation de 20V/cm. Si la trace disparaît après l'application

du signal, il est possible que l'amplitude du signal soit nettement trop grande et que l'amplificateur de mesure soit complètement saturé. Il faut diminuer la sensibilité (augmenter le coefficient de déviation) jusqu'à ce que le signal reste entièrement dans la zone d'écran. Si des portions du signal restent en dehors de cette zone, elles peuvent saturer l'amplificateur, ce qui peut provoquer des distorsions ! Dans le cas d'une mesure calibrée à 20 V/Div., une sonde atténuatrice est nécessaire si l'amplitude du signal est supérieure à 160 Vcc. La sonde utilisée doit être prévue pour la tension maximale appliquée.
La trace s'assombrit si la période du signal mesuré est nettement plus longue que le calibre choisi de la base de temps. Il faut alors augmenter le calibre de la base de temps.

Le branchement du signal à représenter à l'entrée Y de l'oscilloscope est possible en direct avec un câble de mesure blindé. L'emploi des câbles de mesure n'est cependant recommandé que lorsque l'on travaille avec des fréquences relativement basses (jusqu'à env.50 kHz). Pour des fréquences plus élevées la source de tension de la mesure doit être à faible résistance c.-à-d. adaptée à l'impédance du câble (en principe 50 Ω). Particulièrement pour la transmission de signaux rectangulaires et impulsionnels le câble doit être terminé directement à l'entrée Y de l'oscilloscope par une résistance égale à l'impédance caractéristique du câble. La charge de passage 50 ohms HAMEG HZ22 peut être utilisée ici en combinaison avec un câble de 50 ohms comme le HZ34 par exemple. Surtout, lors de la transmission de signaux rectangulaires à temps de montée court, sans charge de passage, des régimes transitoires parasites peuvent apparaître sur les flancs et les crêtes. Certains amplificateurs, générateurs ou leurs atténuateurs ne conservent leur tension de sortie nominale indépendante de la fréquence que lorsque leur câble de branchement est terminé par la résistance préconisée. Il faut alors se rappeler que la charge de passage HZ22 ne peut être chargée qu'avec un max.de 2 Watts. Cette puissance est obtenue avec 10 V_{eff} ou - pour un signal sinusoïdal - avec 28,3 Vcc.

L'emploi d'une sonde atténuatrice 10:1 ou 100:1 ne nécessite pas de charge de passage. Dans ce cas le câble de raccordement est directement adapté à l'entrée haute impédance de l'oscilloscope. Avec des sondes atténuatrices même des sources de tension à résistance élevée ne seront que peu chargées (env.10 MΩ II 12pF resp. 100 MΩ II 9pF pour la HZ53).

Pour cette raison, lorsque la perte de tension apparaissant par la sonde atténuatrice peut à nouveau être compensée par un réglage de sensibilité plus élevée, il ne faut jamais travailler sans la sonde. L'impédance de l'atténuateur offre en outre une certaine protection pour l'entrée de l'amplificateur vertical. En raison de leur fabrication séparée toutes les sondes atténuatrices ne sont que pré-ajustées; il y a donc lieu de procéder à un réglage précis avec l'oscilloscope (voir «Utilisation et réglage de sondes»).
Des sondes atténuatrices standard diminuent plus ou moins la bande passante et augmentent le temps de montée. Nous conseillons vivement d'utiliser les sondes modulaires HZ51 (10:1), HZ52 (10:1HF) et HZ154 (1/1 et 10:1). Ceci présente l'avantage de pouvoir commander des pièces de rechange auprès de HAMEG et de procéder soi-même au remplacement. Les sondes citées ont un réglage HF en plus du réglage de compensation basse fréquence. Avec ce type de sonde atténuatrice, la bande passante et le temps de montée de l'oscilloscope sont modifiés de façon à peine perceptible et la fidélité de restitution de la forme du signal est même améliorée dans certaines circonstances.

Lorsqu'une sonde atténuatrice 10:1 ou 100:1 est utilisée, il faut toujours se servir du couplage d'entrée DC avec des tensions supérieures à 400 V.

En couplage AC de signaux basse fréquence l'atténuation n'est plus indépendante de la fréquence, les impulsions peuvent montrer des pentes, les tensions continues seront supprimées mais chargent le condensateur correspondant de couplage d'entrée de l'oscilloscope. Sa rigidité diélectrique est de 400 Vmax. (= +crête~). Le couplage d'entrée DC est donc particulièrement nécessaire avec une sonde atténuatrice 100:1, qui a la plupart du temps une rigidité diélectrique de 1200V max. (=+crête~).

Pour la suppression de tension continue parasite, il est ce pendant autorisé de brancher un condensateur de capacité et rigidité diélectrique correspondante devant l'entrée de la sonde atténuatrice (par ex. pour la mesure de tensions de ronflement). Quelque soit la sonde la tension d'entrée alternative admissible au-dessus de 20kHz est limitée par la fréquence. Pour cette raison il faut tenir compte de la courbe de décroissance («derating ») du type de sonde atténuatrice concernée. Le choix du point de masse sur le circuit à contrôler est important pour la représentation de petites tensions de signaux. Il doit toujours se trouver aussi près que possible du point de mesure. Dans le cas contraire des courants peuvent circuler à travers des conducteurs de masse ou des parties de châssis et fausser fortement le résultat de la mesure. Les fils de masse des sondes atténuatrices sont également particulièrement critiques. Ils doivent être aussi courts et épais que possible.

Lors du branchement de la tête de la sonde atténuatrice à une prise BNC, un adaptateur BNC doit être utilisé. Ainsi les problèmes de masse et d'adaptation sont éliminés.

L'apparition dans le circuit de mesure de tensions de ronflement ou parasites notables (en particulier avec un petit coefficient de déviation) peut être provoquée par une mise à la terre multiple, étant donné qu'ainsi des courants de compensation peuvent circuler dans les blindages des câbles de mesure (chute de tension entre liaisons de fils de masse provoquée par d'autres appareils branchés au secteur, par ex. des générateurs de signaux avec condensateurs antiparasites).

Mise en route et préréglages

Avant la première mise en route, il faut tout d'abord établir la liaison de terre, c'est à dire brancher le cordon secteur, et ce avant toute autre connexion.

L'appareil est mis sous tension avec la touche rouge POWER, ce qui provoque l'allumage de tous les voyants et déclenche l'auto-test de l'oscilloscope. Si des erreurs sont constatées, 5 signaux acoustiques sont émis ; il est alors recommandé de faire vérifier l'appareil par un service de maintenance. Après un auto-test réussi, l'instrument est prêt à fonctionner, il reprend le paramétrage mémorisé lors de la dernière utilisation. Si la trace n'apparaît pas après environ 20 secondes, appuyer sur la touche AUTOSET. Lorsque la trace devient visible, utiliser la touche SELECT et les touches ADJUST «+» et ADJUST «-» pour régler la luminosité désirée et l'astigmatisme maximum. Pour un meilleur réglage de l'astigmatisme il est recommandé d'afficher en plein écran une sinusoïde. Si aucun signal d'entrée n'est connecté, couplez l'entrée à la masse (GND) afin qu'aucun bruit ne perturbe le réglage de l'astigmatisme.

Pour ménager le tube, il faut toujours travailler avec une luminosité de trace adaptée à la mesure à effectuer et à l'éclairage ambiant. Une prudence particulière est recommandée dans le cas d'un faisceau ponctuel fixe. S'il est trop lumineux, il peut endommager la couche luminescente du tube. Des arrêts et des mises en route successifs fréquents de l'oscilloscope peuvent également endommager la cathode du tube.

Il est recommandé de toujours utiliser en premier la touche AUTOSET, puis sélectionner les touches AC et CH 1 dans la zone de sélection TRIGGER.

Rotation de trace

Malgré le blindage en mumétal du tube cathodique, des influences du magnétisme terrestre sur la position horizontale du faisceau peuvent souvent ne pas être totalement évitées. Ceci dépend de l'orientation de l'oscilloscope au poste de travail. La ligne horizontale du faisceau, au milieu de l'écran, ne balaye alors pas tout à fait parallèlement aux lignes du graticule. La correction de quelques degrés est possible (voir le chapitre «Eléments de commande»).

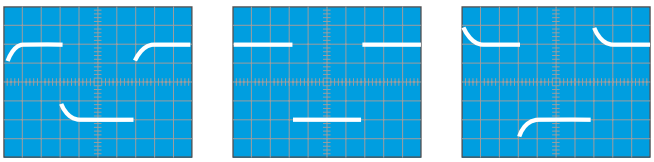
Utilisation et réglage des sondes

Pour que la sonde utilisée restitue le signal sans déformation, elle doit être adaptée exactement à l'impédance d'entrée de l'amplificateur de mesure. Un générateur intégré dans l'oscilloscope HM400 délivre à cet effet un signal carré ayant un temps de montée très court (< 5 ns à la sortie 0,2 V_{cc}) la fréquence est réglée avec le bouton TIME/DIV (voir chapitre Eléments de commande). Le signal carré peut être prélevé sur une des 2 prises se trouvant sous les commandes. Elles fournissent un signal de 0,2 V_{cc} pour les sondes atténuatrices 10:1. Cette tension correspond à une amplitude d'écran de 4cm lorsque l'atténuateur d'entrée est réglé sur le calibre 5 mV/div.

Réglage 1kHz

Ce réglage de base compense la charge capacitive de l'entrée de l'oscilloscope. Par ce réglage, la division capacitive reçoit le même rapport de division que le diviseur de tension ohmique. Aux hautes et basses fréquences il en résulte la même division de tension que pour une tension continue. Pour des sondes 1 : 1 ou commutées sur 1 : 1 cet ajustage n'est ni nécessaire, ni possible. Une condition préalable pour ce réglage est le parallélisme de la trace avec les lignes horizontales du graticule (voir «Rotation de trace TR»).

Raccorder une sonde atténuatrice 10:1 à l'entrée CH I par exemple, n'appuyer sur aucune touche, mettre le couplage d'entrée sur DC, la sensibilité sur 5 mV/cm avec le bouton VOLTS/DIV, commuter le bouton TIME/DIV. sur 0,2 ms/cm (les deux calibrés). Introduire la pointe de la sonde (et le câble de masse) dans les prises PROBE ADJUST (voir la photo); sur l'écran on peut voir 2 trains d'onde. Il faut maintenant ajuster le trimmer de compensation. Il se trouve en général dans la sonde elle-même (voir la notice de la sonde) jusqu'à ce que les crêtes supérieures du signal rectangulaire soient exactement parallèles aux lignes horizontales du graticule (voir les images)). La hauteur du signal doit être de 4 div ±0,12 div.(–3%)



faux correct faux

Réglage 1MHz

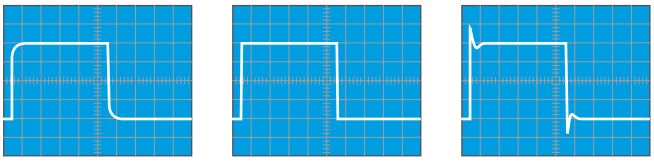
Les sondes fournies avec l'oscilloscope ont des possibilités de réglage permettant de corriger les aberrations à haute fréquence. Après ce réglage, on obtient non seulement la bande passante maximale possible avec la sonde, mais également un temps de propagation constant sur toute la bande passante. Ainsi des distorsions transitoires (suroscillations, arrondis, creux ou rebonds) à proximité du flanc de montée sont limitées au minimum.

Pour faire ce réglage HF il faut au préalable disposer d'un générateur de signaux carrés à faible temps de montée (< 5 ns), et à faible impédance de sortie (env. 50 ohms) délivrant 0,2 V_{cc} à une fréquence de 1 MHz. La sortie PROBE ADJUST de l'oscilloscope remplit ces conditions.

Raccorder la sonde 10 : 1 à l'entrée CHI par exemple, sélectionner la fréquence de calibrage 1 MHz avec le bouton TIME/DIV, couplage d'entrée sur DC, calibre 5 mV/div. avec le bouton VOLTS/DIV et bouton TIME/DIV. sur 100 ns/div. Introduire la pointe de la sonde (et la pince de masse) dans les prises PROBE ADJUST. Un train d'ondes s'affiche à l'écran, avec des fronts de montée et de descente clairement visibles. La position des réglages pour la compensation HF est indiquée sur la notice des sondes.

Les critères pour le réglage HF sont:
- Un temps de montée court, c'est-à-dire un front de montée raide
- des suroscillations minimales avec un sommet aussi rectiligne que possible.

L'amplitude du signal doit avoir la même valeur que celle indiquée durant l'ajustage à 1 kHz. Il est important de réaliser les réglages dans l'ordre décrit, c'est-à-dire d'abord à 1 kHz puis à 1 MHz. En général il n'est pas nécessaire de refaire le réglage 1 kHz.



faux correct faux

Les fréquences de réglage des sondes ne sont pas précises et ne doivent pas être utilisées pour l'étalonnage de la base temps. En outre le rapport cyclique peut être différent de 1:2.

Mode de fonctionnement des amplificateurs verticaux

Les éléments de commande les plus importants pour les modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux sont les touches de mode: CHI, CHII, DUAL, ADD et XY [32].

La commutation entre les différents modes de fonctionnement est décrite dans le chapitre "Éléments de commande". La façon la plus courante de représenter des signaux avec l'oscilloscope est le mode Yt. Dans ce mode, l'amplitude du signal à mesurer provoque une déviation de la trace dans le sens vertical. Le faisceau est simultanément balayé de la gauche vers la droite (base de temps).
Le ou les amplificateurs de mesure offrent les possibilités suivantes:
1 La représentation d'un seul signal en mode voie I.
2 La représentation d'un seul signal en mode voie II.
3 La représentation de deux signaux en mode DUAL (double trace).
4 Addition des voies I et II et différence des voies I et II.

En mode DUAL ce sont les deux voies qui fonctionnent. La nature de la représentation des signaux des deux voies dépend de la base de temps (voir " Éléments de commande"). L'inversion des voies peut avoir lieu après chaque balayage horizontal (mode alterné), mais elle peut également se produire à une fréquence élevée au sein d'une période de balayage (mode choppé). Il est ainsi également possible de représenter des phénomènes lents sans scintillements. Le mode alterné n'est généralement pas adapté pour la représentation sur l'oscilloscope de phénomènes lents à des calibres de base de temps ≤500 µs/Div. L'écran scintille ou semble vaciller. Le mode choppé n'a généralement aucun

intérêt pour les signaux ayant une fréquence de récurrence élevée et qui sont observés aux calibres inférieurs de la base de temps.

Le mode addition réalise la somme algébrique des signaux des deux voies (CHI + CHII) ou la différence (CHI – CHII) si la voie II est inversée. L'opération effectuée, c'est à dire la somme ou la différence des tensions, dépend de la phase ou polarité des signaux eux-mêmes et de l'inversion ou non de l'une des voies.

En mode addition, la position verticale de la trace dépend du réglage POSITION des deux canaux. Les mesures différentielles permettent de connaître la chute de tension aux bornes d'un composant à potentiel élevé. Il faut utiliser des sondes identiques sur chaque voie. De façon à éviter les boucles de masse, il ne faut pas connecter la masse des sondes.

Mode XY

Pour ce mode, utiliser la touche XY décrite dans le chapitre Eléments de commande sous [32].

La base de temps est désactivée dans ce mode. La déviation horizontale est effectuée avec le signal acheminé par le biais de l'entrée de la voie I et la déviation verticale par l'entrée de la voie II. En mode XY, la commande X-POSITION [13] est utilisée pour le réglage de l'amplitude dans le sens X. Le réglage de la position de la voie I est pratiquement sans effet en mode XY. L'expansion X x10 est également sans effet. La sensibilité maximale et l'impédance d'entrée sont identiques dans les deux sens de déviation. Lors des mesures en mode XY, il faut tenir compte à la fois de la fréquence limite supérieure (–3 dB) de l'amplificateur X et de la différence de phase en X et Y qui augmente aux fréquences élevées (voir fiche technique).

L'inversion de polarité du signal Y avec la touche INV de la voie II est possible.

La fonction XY avec figures de Lissajous facilite ou permet certaines mesures :

- la comparaison de deux signaux de fréquences différentes ou le calage d'un signal par rapport à l'autre. Ceci est encore valable pour les harmoniques de ces signaux.
- la comparaison de phase entre deux signaux de même fréquence.

Mesure de différence de phase en mode double trace

En mode double trace, il est très facile de mesurer à l'écran une différence de phase importante entre deux signaux d'entrée de même fréquence et de même forme. Le balayage est alors déclenché par le signal servant de référence (position de phase 0). L'autre signal peut alors avoir une avance ou un retard. La précision de lecture sera élevée lorsque l'on affiche entre une et deux périodes et approximativement la même hauteur d'image pour les deux signaux. Pour ce réglage il est possible d'utiliser également les réglages fins d'amplitude et de balayage. Le niveau de déclenchement TRIGGER LEVEL est sans influence sur le résultat. Les deux traces seront avant la mesure, positionnées sur la ligne horizontale centrale avec les boutons POSITION 1 et 2. Avec des signaux sinusoïdaux l'on travaille sur les passages au zéro; les sommets de sinusoïdes sont moins précis. Lorsqu'un signal sinusoïdal est sensiblement déformé par des harmoniques pairs (demi-ondes inégales par rapport à l'axe X) ou lorsqu'une tension continue de décalage est présente, le couplage AC doit être choisi pour les deux canaux. S'il s'agit de signaux d'impulsions de même forme, la lecture s'effectue aux fronts raides.

$$\sin\varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos\varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \arcsin\frac{a}{b}$$

Déclenchement et balayage

Les éléments de commande les plus importants pour ce mode de fonctionnement se trouvent à droite des boutons VOLTS/DIV. Ils sont décrits dans la section «Eléments de commande».

La modification dans le temps d'une tension à mesurer (tension alternative) peut être visualisée en mode Yt. Le signal mesuré dévie ici le faisceau d'électrons dans le sens vertical alors que la base de temps produit un balayage horizontal du faisceau d'électrons de la gauche vers la droite de l'écran selon une vitesse constante mais réglable. Les variations périodiques répétitives de la tension dans le temps sont généralement visualisées avec une déviation temporelle périodique répétitive.

Pour obtenir une image "fixe" et exploitable, le début de la déviation temporelle suivante ne doit avoir lieu qu'à la position du signal (amplitude et front montant ou descendant) correspondant au déclenchement précédent de la base de temps. Il est donc impossible d'effectuer un déclenchement sur une tension continue, mais ceci n'est pas nécessaire du fait qu'il n'y a aucune variation dans le temps.

Le déclenchement est possible par le signal de mesure lui-même (déclenchement interne) ou par une tension externe synchrone avec le signal à mesurer (déclenchement externe). La tension de déclenchement doit présenter une certaine amplitude minimale pour que le déclenchement ait lieu. Cette valeur est appelée le seuil de déclenchement et elle est définie par un signal sinusoïdal. Si la tension de déclenchement est prélevée du signal à mesurer, il est possible de prendre comme seuil de déclenchement la hauteur verticale de l'écran en mm à laquelle se produit le déclenchement et où le signal est stable.

Si la tension de déclenchement est amenée depuis l'extérieur, elle doit alors être mesurée en Vcc sur la prise correspondante. Dans certaines limites, la tension de déclenchement peut être nettement supérieure au seuil de déclenchement. Elle ne devrait cependant généralement pas dépasser 20 fois cette valeur. L'oscilloscope possède deux modes de déclenchement qui seront décrits dans ce qui suit.

Déclenchement automatique crête

Voir le chapitre «Eléments de commande» pour les informations spécifiques des commandes SLOPE [9], TRIGGER-LEVEL [10] et TRIGGER [16] à [23].
Ce mode de déclenchement est activé automatiquement en appuyant sur la touche AUTO SET. La détection de la valeur de crête est automatiquement désactivée en couplage de déclenchement DC, alors que le déclenchement automatique reste maintenu. En déclenchement automatique sur valeur de crête, le balayage est également déclenché périodiquement lorsque aucune tension de mesure alternative ou tension alternative de déclenchement externe n'est présente. En l'absence de tension de mesure alternative, on aperçoit donc une ligne horizontale (du balayage libre non déclenché), laquelle peut également indiquer une tension continue. Lorsqu'une tension de mesure est appliquée, les réglages se limitent généralement à ceux de l'amplitude et de la base de temps qui permettent de conserver une trace visible. Le bouton TRIGGER-LEVEL (seuil de déclenchement) est opérationnel en mode déclenchement automatique. Sa plage de réglage est automatiquement définie selon l'amplitude crête à crête du signal appliqué et est ainsi indépendante de l'amplitude et de la forme du signal. Le rapport cyclique d'un signal rectangulaire peut ainsi varier entre 1:1 et 100:1, par exemple, sans que le signal disparaisse. Dans certaines circonstances, il est ainsi nécessaire de laisser le bouton TRIGGER-LEVEL presque en butée alors que la mesure suivante exigera de le positionner au milieu de sa plage. Cette facilité d'utilisation amène à recommander le déclenchement automatique sur valeur de crête pour toutes les mesures non complexes. Mais ce mode de fonctionnement est

également approprié pour aborder des problèmes de mesure difficiles, notamment lorsque l'amplitude, la fréquence ou la forme du signal à mesurer lui-même ne sont pas vraiment connues.
Le déclenchement automatique sur valeur de crête est indépendant de la source de déclenchement et peut être utilisé aussi bien en déclenchement interne qu'en déclenchement externe. Il fonctionne à des fréquences supérieures à 5 Hz.

Déclenchement normal

Voir le chapitre «Eléments de commande» pour les informations spécifiques des commandes SLOPE [9], TRIGGER-LEVEL [10] et TRIGGER [16] à [23]. Le réglage fin de la base de temps (VAR) et le réglage de la durée d'inhibition (HOLD-OFF) représentent des aides utiles pour déclencher avec des signaux très difficiles.
En déclenchement normal et avec un réglage approprié du seuil de déclenchement, le balayage peut être déclenché en tout endroit d'un front du signal. La plage de déclenchement réglable avec le bouton TRIGGER-LEVEL dépend de l'amplitude du signal de déclenchement.
Si en déclenchement interne la hauteur d'image est inférieure à 1div, le réglage nécessite quelque doigté à cause de la petite zone d'accrochage. En cas de mauvais réglage du seuil de déclenchement et/ou en cas d'absence de signal de déclenchement, la base de temps ne démarre pas et aucune trace n'est représentée. Le déclenchement normal permet également de déclencher sur des signaux complexes. Dans le cas d'une combinaison de signaux, la possibilité de déclenchement dépend des valeurs de seuil périodiquement répétitives qui, dans certaines circonstances, ne peuvent être détectées qu'avec une rotation judicieuse du bouton de réglage du seuil de déclenchement.

Pente de déclenchement

Le sens du front de déclenchement est défini avec la touche SLOPE [9], voir aussi «Eléments de commande». Le réglage du sens du front n'est pas affecté par la touche AUTO SET. Les fronts montants correspondent au moment où la tension passe d'un potentiel négatif à un potentiel positif. Le front positif peut tout aussi bien se trouver dans la partie négative d'un signal. Un front descendant provoque le déclenchement de la même façon, et ce aussi bien en mode automatique qu'en mode normal.

Couplage de déclenchement

Voir le chapitre «Eléments de commande» pour les informations spécifiques des commandes SLOPE [9], TRIGGER-LEVEL [10] et TRIGGER [16] à [23]. La sélection du couplage de déclenchement AC ou DC n'est pas affectée par la touche AUTOSET. La bande passante des différents couplages de déclenchement est indiquée dans la fiche technique. Lors d'un couplage de déclenchement interne DC ou LF, il faut toujours utiliser le déclenchement normal et le réglage du seuil de déclenchement. Le couplage de déclenchement permet de définir le type de couplage et la bande passante du signal de déclenchement qui en résulte.

AC: Il s'agit ici du type de couplage de déclenchement le plus souvent utilisé. Le seuil de déclenchement augmente au-dessus et en dessous de la bande passante.

DC: En couplage DC, il n'existe aucune limite inférieure de la bande passante, car le signal de déclenchement est relié galvaniquement au dispositif de déclenchement. Ce couplage de déclenchement est recommandé lorsqu'il faut déclencher sur des phénomènes très lents à une valeur de seuil bien précise du signal à mesurer, ou lorsqu'il faut représenter des signaux impulsionnels dont le rapport cyclique varie constamment pendant leur observation.

LF: Le couplage de déclenchement LF a un comportement similaire à celui d'un filtre passe-bas. Le couplage de déclenchement LF est souvent mieux adapté à la mesure de signaux basse fréquence que le couplage DC, car les bruits présents dans la tension de déclenchement sont fortement atténués. Dans des cas extrêmes, ceci permet d'éviter les phénomènes de gigue ou de doublon, notamment avec des tensions d'entrée très faibles. Le seuil de déclenchement augmente constamment au-dessus de la limite supérieure de la bande passante.

LINE: Voir description au paragraphe plus loin.

TV: Voir ci-dessous.

TV Déclenchement sur signaux vidéo

Le séparateur de synchro TV est activé en mode TV. Il sépare les impulsions de synchronisation de la trame et permet la synchronisation des signaux vidéo indépendamment du contenu de la trame. Les signaux vidéo (vidéo composite) doivent être mesurés en tant que signaux positifs ou négatifs, ceci en fonction du point de mesure. Seule une bonne position de la touche ± (front montant ou front descendant) permet de séparer l'impulsion de synchronisation de la trame. La pente du front de l'impulsion de synchronisation est déterminante pour le réglage du sens du front (±); le signal ne doit ici pas être inversé (INV). Si la tension de l'impulsion de synchronisation est positive par rapport à la trame, il faut déclencher sur un front montant (+). Si l'impulsion de synchronisation se trouve en dessous de la trame, leur front est alors descendant (négatif). Il faut alors choisir le déclenchement sur front descendant. Si la mauvaise pente est choisie, la trace est instable car le déclenchement s'effectue alors sur la trame. Le déclenchement sur signal vidéo doit s'effectuer en mode déclenchement automatique. En cas de déclenchement interne, le signal de l'impulsion de synchronisation doit avoir au moins 5 mm de haut.

Le signal de synchronisation est composé des impulsions de ligne et de trame qui se différencient également par la durée de leur impulsion. Dans le cas des impulsions de synchronisation ligne, celle-ci est d'environ de 5 µs des 64 µs qui composent une ligne. Les impulsions de synchronisation de trame sont composées de plusieurs impulsions de 28 µs qui se produisent toutes les 20 ms, à chaque trame. Les deux types d'impulsions de synchronisation se différencient ainsi par leur durée et par leur fréquence de répétition. Le déclenchement peut être effectué aussi bien sur les impulsions de ligne que sur les impulsions de trame.

Déclenchement trame

Il faut choisir un calibre approprié de la base de temps TIME/DIV. En position 2 ms/div., une trame complète apparaît à l'écran. L'impulsion de trame ayant provoqué le déclenchement apparaît à gauche de l'écran et l'impulsion de synchronisation de la trame suivante, composée de plusieurs impulsions, apparaît à droite. La trame suivante n'est pas affichée dans ces conditions. L'impulsion de synchronisation qui suit cette trame initie à nouveau le déclenchement et l'affichage. Si le bouton HOLD OFF se trouve en butée gauche, l'appareil affiche alors une trame sur deux (trame paire ou impaire). La trame sur laquelle s'effectue le déclenchement dépend des circonstances. Une brève interruption du déclenchement permet de passer sur l'autre trame. Une expansion de la trace est possible en activant la fonction X-MAG. X10 qui permet alors d'observer les lignes individuelles. Une expansion horizontale peut également être effectuée à partir de l'impulsion de synchronisation de trame avec le bouton TIME/DIV. Mais il ne faut pas oublier qu'il se produit alors un affichage non déclenché, car chaque demi-trame provoque un déclenchement. Ceci est lié au décalage (1/2 ligne) entre deux demi-trames.

Déclenchement ligne

Le déclenchement peut s'effectuer à partir de toute impulsion de synchronisation ; le bouton TIME/DIV [15] doit être réglé entre 0,5 ms/div. et 0,1 µs/div. La position 10 µs/div. est recommandée pour pouvoir afficher des lignes individuelles. Une ligne et demi est alors visible à l'écran. En général un signal vidéo a une composante continue élevée. Pour un contenu d'image constant (par exemple image de test ou mire), cette composante peut être éliminée par un couplage AC de l'entrée verticale de l'oscilloscope. Pour un contenu d'image changeant (par exemple programme normal), il faut choisir le couplage DC, sinon le signal de

l'image changera de position à l'écran avec chaque changement d'image. Le bouton POSITION permet de compenser la composante continue de façon à ce que le signal d'image occupe bien la grille de l'écran. Le circuit séparateur de synchronisation fonctionne de la même manière qu'en mode déclenchement externe. Il faut, bien évidemment, respecter la plage de tension (0,3 V_{cc} à 3 V_{cc}) pour le déclenchement externe. Il faut également veiller à la bonne direction de la pente qui, lors d'un déclenchement externe, n'est pas forcément la même que la direction des impulsions de synchronisation (présentes à l'entrée Y). Les deux peuvent être facilement contrôlées en visualisant la tension de déclenchement externe elle-même (dans le cas d'un déclenchement interne).

Déclenchement secteur

En mode déclenchement secteur, une tension prélevée sur le secteur (50/60Hz) est utilisée comme source de déclenchement. Ce mode de déclenchement est indépendant de l'amplitude et de la fréquence du signal Y et est recommandé pour tous les signaux synchrones avec le secteur. Ceci est également valable dans certaines limites pour des multiples entiers ou portions de la fréquence secteur. Le déclenchement secteur permet une représentation de signaux même au-dessous du seuil de déclenchement (inférieur à 0,5 div.). Il est pour cela, le cas échéant, particulièrement adapté à la mesure de petites tensions de ronflement de redresseurs secteur ou de perturbations à fréquence secteur dans un circuit. Dans ce mode la sélection de pente (SLOPE) est inactive. En mode déclenché (NORMAL), la commande de niveau est active.

Des perturbations magnétiques à fréquence secteur dans un circuit peuvent être déterminées en sens et amplitude avec une sonde à bobine. La bobine doit être enroulée sur une petite armature avec le plus d'enroulements possibles de fil mince verni et être branchée par un câble blindé à une prise BNC (pour l'entrée oscilloscope). Entre la prise et le conducteur interne il y a lieu de monter une petite résistance d'au moins 100 Ohm (découplage haute fréquence). Il peut être nécessaire de blinder la bobine statiquement également à l'extérieur, dans ce cas aucun enroulement en court-circuit ne doit apparaître. Par rotation de la bobine selon deux axes le maximum et le minimum à l'endroit de la mesure peuvent être déterminés.

Déclenchement externe

Le déclenchement externe est activé avec la touche EXT [19], la source de déclenchement interne est alors désactivée. Le signal de déclenchement externe est appliqué à la prise BNC EXT.TRIG/Z-INPUT [31], voir les spécifications techniques requises. Le signal de déclenchement externe peut avoir une forme totalement différente du signal mesuré, mais ils doivent tous deux être synchrones. Le déclenchement est même possible dans certains cas avec des multiples ou des sous-multiples entiers de la fréquence mesurée. Il faut noter qu'un angle de phase différent entre le signal mesuré et le signal de déclenchement peut produire une trace qui ne correspond pas au front de déclenchement choisi.
La tension d'entrée maximale à la prise BNC EXT.TRIG/Z-INPUT [31] est de 100V (continue + crête alternative). L'impédance de cette entrée est de 1 MΩ II 15 pF.

Le couplage de déclenchement peut également être employé avec le déclenchement externe. La seule différence par rapport au déclenchement interne est un condensateur sur le chemin du signal (sauf avec le couplage DC), la limite de bande passante est de 20 Hz.

Indicateur de déclenchement

Les explications suivantes se rapportent à la LED TRIG'd mentionnée au point [11] de la partie «Éléments de commande». La LED s'allume aussi bien en déclenchement automatique qu'en déclenchement normal lorsque les conditions suivantes sont remplies :

1. Le signal de déclenchement interne ou externe doit être appliqué sur le comparateur de déclenchement avec une amplitude suffisante (seuil de déclenchement).
2. La tension de référence sur le comparateur (niveau de déclenchement) doit être réglée de manière à ce que les fronts du signal de déclenchement puissent la franchir dans un sens ou dans l'autre.

Il existe alors des impulsions de déclenchement à la sortie du comparateur pour le déclenchement de la base de temps et pour l'affichage du déclenchement.

L'indication de déclenchement facilite le réglage et le contrôle des conditions de déclenchement, notamment dans le cas des signaux de très basse fréquence ou d'impulsions très courtes. Dans le cas de signaux ayant un taux de répétition très faible, la LED s'allume alors de façon impulsionnelle. L'indicateur clignote alors non seulement lors du déclenchement du balayage horizontal, mais également à chaque tracé dans le cas de l'affichage de plusieurs courbes à l'écran.

Réglage de la durée d'inhibition (HOLD OFF)

Les informations spécifiques se trouvent dans le chapitre «Eléments de commande» sous la rubrique HOLD-OFF/ON [27].
Lorsque avec des signaux complexes aucun point de déclenchement stable n'est trouvé même après réglages répétés du niveau de déclenchement (déclenchement NORMAL), une image stable peut être obtenue en agissant sur la durée d'inhibition du balayage. Ce dispositif règle le temps d'inhibition entre deux balayages dans le rapport de 1 à 10. Ainsi les déclenchements qui apparaissent pendant la période d'inhibition n'engendreront pas de balayage. Ce dispositif est particulièrement utile pour visualiser des trains d'impulsions d'amplitudes identiques.

Un signal à fort niveau de bruit ou fortement perturbé par une composante HF sera parfois représenté en double. Dans certains cas, le réglage du niveau de déclenchement (TRIGGER-LEVEL) agit uniquement sur le déphasage mutuel et non sur la double représentation. Une représentation nette du signal nécessaire à son analyse peut être obtenue en agissant sur le HOLD-OFF. Pour cela, appuyer sur la touche HOLD-OFF/ON, et tourner le bouton TIME/DIV [15] lentement jusqu'à l'obtention d'une image nette. Une représentation double est également possible avec des signaux impulsionnels dont les différences d'amplitudes sont faibles. Seul un réglage parfaitement précis du seuil de déclenchement permet la représentation d'un signal unique.

Le réglage de la durée d'inhibition (HOLD OFF) simplifie là aussi le réglage. En utilisation normale supprimer le HOLD-OFF pour obtenir une meilleure luminosité du signal.

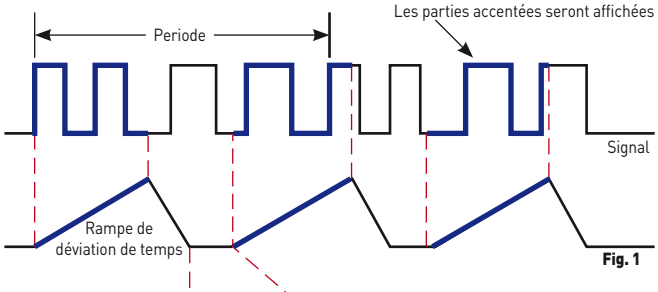


Fig. 1

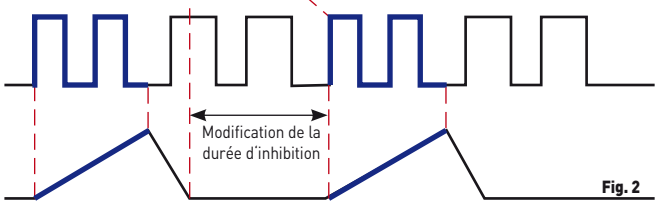


Fig. 2

La figure 1 représente l'écran avec une durée d'inhibition minimale (réglage de base). L'image n'est pas stable, car différentes parties de la courbe sont affichées (doublon)
Fig. 2: la durée d'inhibition est ici réglée de telle sorte que ce sont toujours les mêmes parties de la courbe qui sont affichées. L'image est stable.

AUTOSET

Voir les informations spécifiques dans le chapitre «Eléments de commande» sous la rubrique AUTOSET [7].

Comme déjà mentionné dans le chapitre «Eléments de commande», toutes les commandes de la face-avant sont détectées électroniquement. Il est ainsi possible de configurer automatiquement l'appareil en fonction du signal en mode Yt (base de temps). Dans la plupart des cas aucun réglage manuel supplémentaire n'est nécessaire. Une brève pression sur la touche AUTO SET rappelle les derniers réglages de l'appareil en mode monovoie I, monovoie II et double voie. Si l'appareil fonctionnait en mode Yt, la configuration courante ne sera pas affectée à l'exception du mode addition qui sera désactivé. Au même moment, les atténuateurs (VOLTS/DIV) sont réglés automatiquement de manière à afficher le signal sur environ 6 divisions en mode monovoie et environ 4 divisions par voie en mode DUAL. Cette explication ainsi que la suivante se rapportant au réglage automatique de la base de temps suppose que le rapport cyclique du signal d'entrée est approximativement de 1 : 1. Le calibre de la base de temps est lui aussi réglé automatiquement de manière à afficher environ 2 périodes du signal. Le réglage de la base de temps est aléatoire en présence de signaux complexes composés de plusieurs fréquences, comme des signaux vidéo par exemple.

AUTO SET effectue une configuration automatique de l'appareil avec les paramètres suivants:
- Le couplage d'entrée (AC, DC) reste inchangé, le dernier réglage avant de commuter sur GND est repris.
- Déclenchement interne
- Déclenchement automatique
- Sélection automatique de la source de déclenchement
- Seuil de déclenchement en position centrale
- Coefficients de déviation Y calibrés
- Coefficient de déviation de la base de temps calibré
- Couplage de déclenchement AC ou DC inchangé
- Expansion x10 désactivée
- Réglage automatique des positions X et Y
- Sélection du front de déclenchement inchangé
- Trace visible

La touche AUTOSET maintient le couplage d'entrée AC ou DC inchangé. Si le couplage de déclenchement choisi est DC, le couplage AC ne sera pas activé et le déclenchement automatique fonctionnera sans détection de la valeur de crête. Les paramètres de l'AUTOSET annulent les anciens paramètres. Si les variables étaient activées, elles sont alors désactivées de façon à ce que tous les paramètres soient réglés. Après avoir activé l'AUTOSET, les commandes manuelles peuvent être exécutées. Les calibres 1 mV/div et 2 mV/div ne seront pas sélectionnés par la fonction AUTOSET, car la bande passante y est réduite.

Si le signal appliqué présente un rapport cyclique de 400 : 1 ou supérieur, il sera impossible de procéder à un affichage automatique du signal. Ce type de rapport cyclique provoque la sélection d'un calibre vertical trop faible (sensibilité trop élevée) et d'un calibre de base de temps trop élevé (balayage trop lent) qui a pour conséquence que seule la ligne de base est visible.

Dans de tels cas, il est recommandé de choisir le déclenchement normal et de régler le seuil de déclenchement à environ 0,5 division au-dessus ou en dessous de la trace. Si la TRIG'd LED s'allume, celle-ci indique la présence d'un signal. Il faut alors réduire le coefficient de déviation verticale ainsi que le calibre de la base de temps. Une baisse de luminosité peut alors se produire et l'écran peut paraître vide après avoir atteint les limites physiques.

Testeur de composants

L'oscilloscope HM400 est équipé d'un testeur électronique de composants qui est activé en appuyant sur la touche COMP. Le composant à tester est connecté à l'une des deux prises droite et gauche sous l'écran. Le pré-amplificateur vertical et la base de temps sont mis hors service. Une trace horizontale raccourcie est observée. Il n'est pas nécessaire de débrancher les entrées de l'oscilloscope, les signaux d'entrées seront sans effet. En mode testeur de composants, seules les commandes SELECT [4], ADJUST [2], et X-POSITION [13] et X-MAG/x10 [12] sont actives. Toutes les autres commandes sont inactives. Deux câbles avec prises banane de 4mm sont nécessaires pour brancher le composant à tester. L'oscilloscope revient en position normale par une nouvelle pression sur la touche COMP.

Ne jamais tester un composant sous tension. Débrancher les masses, les alimentations et les signaux connectés au composant à tester. Mettre en service le testeur de composants. Brancher le composant et observer l'oscilloscope.

Lors de tests sur circuit il faut s'assurer que le circuit est déconnecté. Il ne doit être relié ni au secteur, ni à une batterie, ni à des signaux d'entrée. Débrancher toutes les connexions du circuit y compris le câble de masse et les cordons de mesure afin qu'il soit entièrement isolé électriquement.

Seules les capacités déchargées peuvent être testées.

Le principe de test est des plus simples. Un générateur intégré au HM400 délivre une tension sinusoïdale qui est appliquée aux bornes du composant à tester en série avec une résistance fixe intégrée. La tension sinusoïdale aux bornes du composant est utilisée pour la déviation horizontale et la chute de tension aux bornes de la résistance (c'est à dire le courant qui traverse le composant) est utilisée pour la déviation verticale de l'oscilloscope.
Si le composant est une résistance pure, la tension et le courant sont en phase. La figure de test est une ligne droite oblique. La valeur de la résistance détermine l'angle d'inclinaison. Les valeurs de résistances élevées donnent une trace proche de l'horizontale et des valeurs faibles donnent une trace proche de la verticale. Les résistances comprises entre 20 V et 4,7 kΩ peuvent être évaluées. L'évaluation d'une résistance vient de l'expérience ou d'une comparaison directe avec un composant connu.

Les capacités et les inductances provoquent une différence de phase entre le courant et la tension engendrant ainsi une ellipse. L'angle et l'ouverture de l'ellipse dépendent de l'impédance du composant à 50 Hz. Les valeurs des capacités normales ou électrochimiques de 0,1 µF à 1000 µF peuvent être mesurées.

- Une ellipse horizontale indique une haute impédance, une faible capacité ou une inductance relativement élevée.
- Une ellipse verticale indique une faible impédance, une capacité élevée ou une inductance relativement faible.
- Une ellipse inclinée provient d'une résistance élevée ajoutée à une réactance.

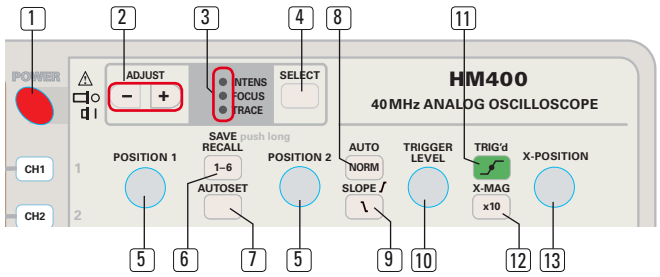
La plupart des semiconducteurs tels que diodes, diodes Zener, transistors à effets de champs peuvent être testés. La principale caractéristique des semiconducteurs est la non linéarité. Elle donne à l'écran deux segments qui forment un angle. Il faut noter que caractéristiques directes et inverses sont visualisées simultanément. Ce test concerne seulement deux broches, ainsi le test de gain d'un transistor n'est pas possible. Comme la tension de test appliquée est basse, toutes les jonctions de la plupart des semiconducteurs peuvent être testées

sans dommage. C'est pourquoi le test de la tension de blocage ou de la tension inverse des semiconducteurs haute tension n'est pas possible. Dans de nombreux cas, seul un test de circuit ouvert ou fermé est suffisant.

Tests sur circuit

Dans de nombreux cas les tests sur circuits sont possibles. Les figures obtenues dépendent de l'ensemble des composants aux deux points de test. Ainsi, la figure obtenue peut être différente de celle obtenue avec un composant isolé. En cas de doute, désouder le composant du circuit. Mettre le composant directement sur les prises du testeur de composants pour éviter les phénomènes de ronflement. On peut également procéder par comparaison avec un circuit en état de marche en prenant les mêmes précautions que pour le circuit à tester.

Description des éléments de commande



1 POWER
Bouton poussoir et symboles de mise sous tension ON (I) et hors tension OFF (O).
Après mise sous tension, toutes les LED s'allument et un test automatique de l'appareil est réalisé. Après réalisation des tests, l'appareil passe en fonctionnement normal, tous les paramètres mémorisés avant l'arrêt sont repris.

2 ADJUST – / +
Permet de modifier la valeur des divers paramètres sélectionnés par SELECT 4

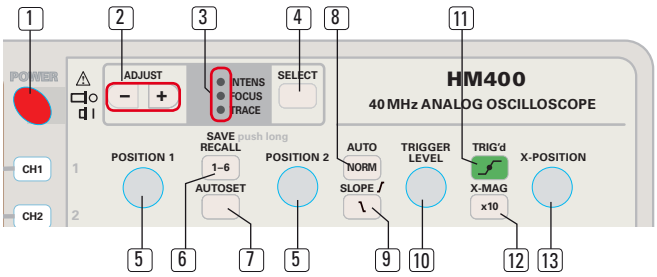
3 Indication LEDs
INTENS: La LED s'allume si la fonction de réglage de l'intensité est sélectionnée par SELECT 4. La luminosité diminue ou augmente en appuyant sur les touches ADJUST – / + 2. Il est recommandé de ne régler que le niveau de luminosité nécessaire de la trace, lequel dépend des paramètres du signal, des réglages de l'oscilloscope et de l'éclairage ambiant.

FOCUS: La LED s'allume si la fonction réglage de l'astigmatisme est sélectionnée par SELECT 4. L'astigmatisme peut être modifié à l'aide des touches ADJUST – / + 2. Le réglage de l'astigmatisme dépend de la luminosité, plus la luminosité de la trace est faible, meilleure est la netteté. L'astigmatisme dépend de la localisation de la trace sur l'écran, la meilleure netteté est toujours au centre et diminue vers les bords. Un réglage optimal de l'astigmatisme est difficilement possible avec seulement une ligne à l'écran. Compte tenu de l'interaction entre luminosité et astigmatisme, la meilleure procédure est:
1 Appliquer un signal sinusoïdal qui couvre la totalité de l'écran
2 Régler la luminosité
3 Régler l'astigmatisme pour une netteté maximale sur la plus grande partie de l'écran.
L'affichage de signaux avec un faible taux de représentation avec une vitesse de balayage élevée nécessitant une plus forte luminosité implique un réajustement de l'astigmatisme.

TRACE: La LED s'allume si la fonction rotation de trace est sélectionnée par SELECT 4. Le réglage de la rotation de trace peut être modifié à l'aide des touches ADJUST – / + 2. Ce réglage permet de compenser l'effet du champ magnétique sur la déviation du faisceau. Régler la trace parallèlement à la ligne horizontale du graticule. Voir le paragraphe Rotation de Trace dans le chapitre Mise en route et préréglages.

4 SELECT
Cette touche permet de sélectionner les réglages de trace afin de les modifier avec les boutons ADJUST – / + 2. Par simple pression sur cette touche, les fonctions luminosité, astigmatisme et rotation de trace sont activées, comme indiqué par les LEDs 3.

5 POSITION 1 + POSITION 2
Ces boutons permettent de régler la position verticale de la trace de la voie 1 et 2. En mode addition ADD les 2 boutons POSITION 1 et 2 sont actifs. En mode XY le bouton Y-POSITION est désactivé; il faut toujours utiliser le bouton X-POSITION 13 pour régler la position horizontale.



Mesure de tensions continues
Si il n'y a aucune tension aux entrées amplificateurs (CH1 ou CH2) [29] ou si GND est sélectionné, la position de la trace correspond à 0 volts; cependant il y a aussi l'influence des boutons POSITION ! (la trace sera visible seulement si le déclenchement automatique AUTO [8] est sélectionné).

Pour mesurer une tension continue, tout d'abord l'entrée doit être déconnectée ou commutée sur GND. Ensuite, il appartient à l'utilisateur de choisir une position de référence de la trace avec le bouton POSITION par exemple pour la voie 1. Puis la tension continue peut être connectée à l'entrée qui est commutée de GND à DC. La position de la trace sera alors modifiée et la tension continue pourra être déterminée en tenant compte du coefficient de déviation verticale, du facteur d'atténuation de la sonde et du changement de position par rapport à la ligne 0 volts (ligne de référence) réglée précédemment.

[6] **SAVE / RECALL**
Cette touche permet d'accéder aux mémoires de configuration de l'appareil en combinaison avec les touches [32]. L'oscilloscope dispose de 6 mémoires de configuration, ces configurations peuvent être mémorisées et rappelées.

SAVE:
Pour effectuer une mémorisation, il faut tout d'abord exercer une pression prolongée sur la SAVE/RECALL, jusqu'à ce que les touches mode [32] commencent à clignoter. Une pression sur la touche mode sélectionné, la mémoire associée est appelée et la configuration présente est mémorisée, la LED de la touche mode s'éteint ensuite. Si la touche SAVE/RECALL a été actionnée par inadvertance, cette action peut être annulée en appuyant une nouvelle fois sur cette touche ou sur toute autre touche sauf les touches mode.

RECALL:
Pour rappeler une configuration, appuyer brièvement sur la touche SAVE/RECALL, les touches mode [32] s'allument. En appuyant sur la touche mode désirée, la configuration stockée dans cette mémoire est rappelée et prise en compte par l'oscilloscope. Les touches mode s'éteignent. Si la touche SAVE/RECALL a été actionnée par inadvertance, cette action peut être annulée en appuyant une nouvelle fois sur cette touche ou sur toute autre touche sauf les touches mode.

Il faut veiller à ce que le signal à afficher soit similaire au signal qui était présent au moment de la mémorisation des réglages de l'appareil. La représentation obtenue peut être erronée en présence d'un signal différent (fréquence, amplitude).

[7] **AUTOSET**
Voir aussi le chapitre AUTOSET. Cette touche déclenche un réglage automatique de l'appareil en fonction du signal présent à l'entrée. La fonction AUTOSET rétablit le dernier mode Yt utilisé (CH1, CH2, DUAL) même si l'appareil se trouve en mode Testeur de Composants ou XY.

[8] **AUTO / NORM –** Touche et LED
Une brève pression sur cette touche permet le basculement entre les modes de déclenchement AUTO et NORMAL. La LED s'allume lorsque le déclenchement NORMAL est sélectionné.

AUTO:
Le déclenchement automatique peut avoir lieu avec ou sans détection de la valeur crête. Le bouton TRIGGER LEVEL [10] est actif dans les deux cas. Le balayage horizontal est amorcé périodiquement par le déclenchement automatique et une trace s'affiche même en l'absence de signal de déclenchement ou en présence de réglages inappropriés pour le déclenchement. Les signaux dont la période est plus longue que la période de déclenchement automatique ne peuvent pas être représentés synchronisés car le déclenchement automatique fait démarrer le balayage horizontal trop tôt.

Avec le déclenchement sur valeur de crête, la plage de réglage du bouton TRIGGER LEVEL [10] est limitée par les valeurs des crêtes négative et positive du signal de déclenchement. En l'absence de déclenchement sur valeur de crête (détection de la valeur de crête), la plage de réglage TRIGGER LEVEL ne dépend plus du signal de déclenchement et le seuil peut alors être réglé trop haut ou trop bas. Le déclenchement automatique veille alors à ce qu'un signal soit toujours représenté, même s'il n'est pas synchronisé. L'activation ou non de la détection de la valeur de crête dépend du mode de fonctionnement et du couplage de déclenchement sélectionné.

NORM:
En déclenchement normal, le déclenchement automatique et la détection de valeur de crête sont tous deux désactivés. Comme le déclenchement automatique est désactivé, il est également possible d'obtenir une représentation synchronisée de signaux à très basse fréquence. Le signal standard n'apparaît pas en l'absence de signal de déclenchement ou si le réglage du niveau de déclenchement TRIGGER LEVEL [10] est incorrect.

[9] **SLOPE** – Touche et LED
Cette touche permet de sélectionner le sens du front de déclenchement. La LED s'allume si la pente négative (descendante) est sélectionnée.

[10] **TRIGGER LEVEL** – Bouton
Cette fonction permet de régler la tension de déclenchement qu'un signal de déclenchement doit franchir pour démarrer un balayage horizontal. Le front de déclenchement est sélectionné avec la touche décrite précédemment. Voir également les explications des paragraphes précédents concernant le déclenchement automatique, sur valeur de crête et normal. Dans certains cas, il est possible de perdre le déclenchement si seuil de déclenchement n'est pas configuré correctement. Une pression sur AUTOSET [7] rétablira un affichage déclenché dans la plupart des cas.

[11] **TRIG'D** – LED
Cette LED s'allume à chaque déclenchement de la base temps. Suivant la fréquence du signal, la LED clignote ou reste constamment allumée.

[12] **X-MAG/x10** – Touche x10 avec LED
Cette touche active ou désactive l'expansion x10. La LED s'allume lorsque l'expansion x10 est activée. La portion agrandie affichée peut être déplacée avec le bouton X-POSITION [13]. L'expansion élargit l'affichage à partir du centre de l'écran, d'où la procédure est de positionner la portion de signal à agrandir au centre de l'écran avec le bouton X POSTION et ensuite activer l'expansion x10. La touche X-MAG est sans effet en mode XY.

[13] **X-POSITION**
Ce bouton permet de déplacer la position X (horizontale) du signal à l'écran. Voir le paragraphe ci-dessus pour son utilisation avec l'expansion x10.

[14] **VOLTS/DIV** - 2 boutons (CH1 + CH2)
Ces boutons de la voie 1 et 2 ont une double fonction: fonction d'atténuateur d'entrée et fonction de vernier de réglage fin. Ce bouton n'est fonctionnel que si la voie CH1 ou CH2 est activée ou sélectionnée comme source de déclenchement (mode CH1 seule, DUAL, ADD, XY).

Sélection de la sensibilité (atténuateur d'entrée)
Si la LED ne clignote pas, Ce bouton permet de régler le calibre de la voie CH1 ou CH2. La rotation du bouton dans le sens des aiguilles d'une montre augmente la sensibilité dans une séquence 1-2-5 et la réduit dans le sens inverse. La gamme disponible s'étend de 1 mV/div à 20V/div.

VAR (CH1 et CH2)
Une brève pression sur les boutons VOLTS/DIV [14] active la fonction de vernier de réglage fin VAR, laquelle est indiquée par le clignotement de la LED indicateur de sensibilité autour du bouton. Une nouvelle pression rétablit la sensibilité calibrée, le clignotement s'arrête. Tant que la fonction VAR est activée l'affichage ne sera pas calibré! Une rotation du bouton vers la gauche diminue la sensibilité, une rotation vers la droite l'augmente. Un signal sonore est émis si la limite inférieure ou supérieure de la plage du réglage fin est atteinte. Cette fonction est souvent utilisée pour mesurer les temps de montée: le temps de montée étant défini de 10 à 90% de l'amplitude totale, cette fonction est très pratique pour régler l'amplitude du signal (non calibré) par exemple précisément à 6 divisions crête à crête; en déplaçant l'affichage horizontalement avec le bouton X-POSITION, le temps de montée peut être lu de 6 mm du bas à 6 mm au dessous du sommet de la forme d'onde.

[15] **TIME/DIV** – Bouton
Ce bouton a une triple fonction:
1 Il permet de régler le calibre de la base temps
2 Une brève pression sur ce bouton active la fonction de vernier de réglage fin VAR, laquelle est indiquée par le clignotement de la LED autour du bouton.
3 Après une pression sur la touche HOLD-OFF/ON [27], il active la fonction de réglage de la durée d'inhibition, qui est indiquée par la LED [27] qui s'allume, voir la fonction [27].

Le calibre de la base de temps peut être réglé selon une séquence 1-2-5, de 0,2 s/div à 100 ns/div, en tournant le bouton vers la droite pour l'augmenter et vers la gauche pour le diminuer; le calibre est indiqué par la LED autour du bouton (par exemple 10 µs/div). En activant la fonction X-MAG/x10 [12], le calibre peut être augmenté par un facteur de10 jusqu'à un maximum de 10 ns/div.

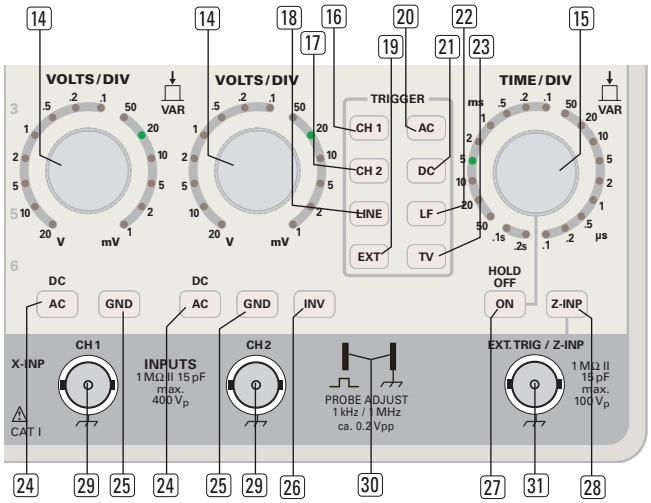
VAR
Si la fonction vernier de réglage fin VAR est activée, une rotation du bouton vers la gauche diminue le calibre de la base de temps et une rotation vers la droite l'augmente (non calibré). Un signal sonore est émis si la limite inférieure ou supérieure de la plage du réglage fin est atteinte. Une nouvelle pression sur le bouton met fin à la fonction VAR et rétablit le calibre de la base de temps.
Réglage de la durée d'inhibition: voir le paragraphe [27].

[16] **CH 1** – touche avec LED
Cette touche sélectionne la voie I comme source de déclenchement. Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, la voie I peut être sélectionnée comme source active de déclenchement interne en appuyant sur cette touche, ce qui est indiqué par la LED allumée.

DÉCLENCHEMENT INTERNE: Indique que le signal de déclenchement est issu du signal mesuré.

[17] **CH 2** – touche avec LED
Cette touche sélectionne la voie II comme source de déclenchement. Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, la voie II peut être sélectionnée comme source active de déclenchement interne en appuyant sur cette touche, ce qui est indiqué par la LED allumée.

[18] **LINE** – touche avec LED
Cette touche sélectionne le secteur comme source de déclenchement. Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, le secteur peut être sélectionnée comme source active de déclenchement, ce qui est indiqué par la LED allumée.



DÉCLENCHEMENT SECTEUR: Signifie que le signal de déclenchement n'est pas issu d'un signal d'entrée mais provient du secteur par la prise d'alimentation.

[19] **EXT** – touche avec LED
Cette touche sélectionne l'entrée externe comme source de déclenchement. Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, l'appui sur cette touche sélectionne la prise BNC EXT.TRIG/Z-INPUT [31] comme source de déclenchement, ce qui est indiqué par la LED qui s'allume. L'entrée de modulation Z, Z-INPUT est alors désactivée.

SOURCE DE DÉCLENCHEMENT EXTERNE: Signifie que le signal de déclenchement n'est pas issu du signal mesuré mais provient d'une source externe.

[20] **AC** – touche avec LED
Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, une brève pression sur cette touche sélectionne le couplage de déclenchement AC, ce qui est indiqué par la LED allumée.

[21] **DC** – touche avec LED
Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, une brève pression sur cette touche sélectionne le couplage de déclenchement DC, ce qui est indiqué par la LED allumée. La détection crête à crête est désactivée.

[22] **LF** – touche avec LED
Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, une brève pression sur cette touche insère un filtre passe bas (voir spécifications) sur le chemin de déclenchement, ce qui est indiqué par la LED allumée. Ce filtre passe bas supprimera les interférences hautes fréquence qui pourraient perturber le déclenchement.

[23] **TV** – touche avec LED
Dans tous les modes de fonctionnement de l'amplificateur vertical sauf le mode XY, une brève pression sur cette touche active le séparateur de déclenchement TV, ce qui est indiqué par la LED allumée. Les remarques suivantes s'appliquent à la norme TV PAL.

Pour la synchronisation de trame, le bouton TIME/DIV [15] doit être réglé entre 0,2 s/div et 1 ms/div; à 2 ms/div une trame complète peut être affichée.
Pour la synchronisation de lignes, le bouton TIME/DIV [15] doit être réglé entre 0,5 ms/div et 0,1 µs/div. A 10 µs/div des lignes individuelles peuvent être affichées, une ligne et demi est alors visible à l'écran.

[24] **DC/AC** – touches avec LED pour la voie 1 et 2
Par une brève pression sur ces touches, le couplage de la voie 1 ou voie 2 peut alterner entre AC et DC, la LED s'allume si le couplage AC est sélectionné.

25 **GND** – touches avec LED pour la voie 1 et 2
Par une brève pression sur ces touches, l'entrée du préamplificateur de la voie 1 ou 2 est reliée à la masse, ce qui est indiqué par la LED qui s'allume. Le signal présent à l'entrée de la prise BNC n'a aucune influence sur la trace. En mode Yt avec déclenchement auto la trace est visible sous forme de ligne (position de la trace zéro volts). En mode XY il n'y a aucune déviation horizontale (X) et verticale (Y).

26 **INV** – touche avec LED pour la voie II
Une brève pression sur cette touche permet d'inverser la représentation du signal de la voie II, ce qui est indiqué par la LED allumée.

27 **HOLD –OFF/ON** – touche avec LED
Un brève pression sur cette touche permet le réglage de la durée d'inhibition à l'aide du bouton TIME/DIV 15, ce qui est indiqué par la LED qui s'allume. Voir aussi la rubrique 15 pour plus d'information concernant la triple fonction de ce bouton. En tournant le bouton vers la droite, la durée d'inhibition augmente à partir de sa valeur minimale, un signal sonore est émis lorsque la valeur maximale est atteinte. De même une rotation vers la gauche diminue la durée d'inhibition et un signal sonore est émis lorsque la valeur minimale est atteinte.

En appuyant à nouveau sur la touche 27 le réglage de la durée d'inhibition est désactivé et la durée d'inhibition est rétablie automatiquement à sa valeur minimale. Par une brève pression sur le bouton TIME/DIV lorsque la touche 27 est activée, il est possible de passer alternativement du réglage du calibre de la base de temps au réglage de la durée d'inhibition. Voir aussi le paragraphe «Réglage de la durée d'inhibition».

28 **Z-INP** – touche avec LED
Une brève pression sur cette touche modifie la fonction de la prise EXT.TRIG/Z-INPUT 31: elle passe d'entrée de déclenchement externe à entrée de modulation Z (modulation de wehnelt), ce qui est indiqué par la LED qui s'allume. La modulation Z est impossible et automatiquement désactivée en mode déclenchement externe ou «Testeur de composants». Une tension de 0 V à l'entrée ne modifie pas la luminosité de la trace, à 5V TTL la trace disparaît complètement, les tensions supérieures ne sont pas autorisées.

29 **INPUT CH1 + CH2** – 2 prises BNC
Ces prises servent d'entrée des voies CH1 et CH2 en mode Yt, et d'entrée X en mode XY. La borne extérieure de la prise est reliée au châssis et donc à la prise de terre. Les touches DC/AC 24, GND 25 et INV 26 (seulement CH2) sont associées à cette entrée.

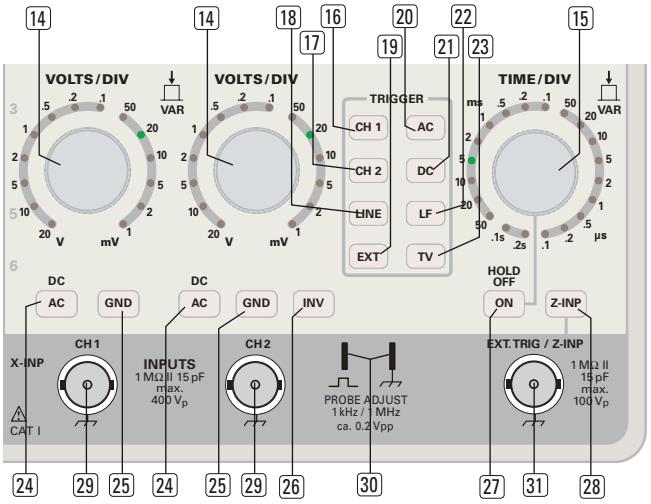
30 **PROBE ADJUST ⎍ – contact**
Ce contact permet de délivrer un signal rectangulaire de 1 kHz ou 1 MHz avec un temps de montée inférieur à 5 ns et une impédance de sortie de 50 Ω pour le réglage des sondes autres que 1 : 1; l'amplitude est d'environ 0,2V_{cc}. Pour le réglage des sondes, ni la fréquence, ni le rapport cyclique ni l'amplitude exacte n'ont d'importance.

La fréquence du signal rectangulaire dépend du réglage du bouton TIME/DIV 15: entre 0,2 s/div et 100 µs/div la fréquence sera de 1 kHz et entre 50 µs/div et 100 ns/div elle sera de 1 MHz. Voir les chapitres «Mise en route et préréglages» et «Utilisation et réglages des sondes».

PROBE ADJUST ⏚ – contact: Prise de masse pour la sonde

31 **EXT.TRIG/Z-INP** – prise BNC
Cette prise BNC est utilisée soit comme entrée de déclenchement externe soit comme entrée de modulation d'intensité (modulation Z). l'impédance d'entrée est de 1 MΩ II 15pF. La borne extérieure de la prise est reliée au châssis et donc à la prise de terre. Une brève pression sur la touche Z-INPUT 31 change la fonction de cette entrée.

EXT.TRIG
La prise BNC sert d'entrée de déclenchement externe si la LED Z-INPUT 28 est éteinte. La source de déclenchement est sélectionnée avec les



touches 16 à 19. Si le déclenchement externe est activé, l'entrée Z est automatiquement désactivée.

Z-INPUT
La modulation Z (modulation de wehnelt) est uniquement possible si la LED Z-INPUT 28 est allumée. La modulation Z est impossible en mode déclenchement externe et «Testeur de composants», l'activation d'un de ces modes désactive automatiquement la modulation Z. Une tension de 0V à l'entrée ne modifie pas la luminosité de la trace, à 5V TTL la trace disparaît complètement, les tensions supérieures ne sont pas autorisées.

32 **Touches de sélection de mode** avec LED
Ces touches permettent d'activer les modes suivants CH1, CH2, DUAL, ADD, XY, testeur de composants et la sélection des mémoires, la LED correspondante au mode ou à la fonction choisi s'allume. Le changement de mode s'effectue par une brève pression sur la touche de mode désirée. Ces touches de modes sont sans effet sur les commandes de réglage du déclenchement.

CH1:
Cette touche a une double fonction: soit elle sélectionne le mode de fonctionnement monovoie 1, soit elle permet l'accès aux paramètres de la mémoire 1. Si le mode de déclenchement préalablement choisi n'était ni externe ni secteur, la source de déclenchement interne est alors elle aussi automatiquement basculée sur la voie 1, ce qui est indiqué par la LED TRIGGER SOURCE 16 qui s'allume. Le dernier réglage du bouton VOLT/DIV 14 est conservé. Tous les éléments de commande se rapportant à cette voie sont opérationnels.

CH2:
Cette touche a une double fonction : soit elle sélectionne le mode de fonctionnement monovoie 2, soit elle permet l'accès aux paramètres de la mémoire 2. Si le mode de déclenchement préalablement choisi n'était ni externe ni secteur, la source de déclenchement interne est alors elle aussi automatiquement basculée sur la voie 2, ce qui est indiqué par la LED TRIGGER SOURCE 17 qui s'allume. Le dernier réglage du bouton VOLT/DIV 14 est conservé. Tous les éléments de commande se rapportant à cette voie sont opérationnels.

DUAL:
Cette touche a une double fonction: soit elle sélectionne le mode DUAL (double trace), soit elle permet l'accès aux paramètres de la mémoire 3. Les derniers paramètres de déclenchement sont conservés mais peuvent être modifiés. La LED s'allume. En mode DUAL (double trace), le mode de commutation peut être alterné ou choppé.

ADD:
Cette touche a une double fonction: soit elle sélectionne le mode ADD (addition), soit elle permet l'accès aux paramètres de la mémoire 4. Les

derniers paramètres de déclenchement sont conservés mais peuvent être modifiés. Le mode actif ADD est indiqué par la LED qui s'allume.

Mode additions des voies 1 et 2
En mode addition, les signaux des voies 1 et 2 sont additionnés algébriquement et le résultat est représenté sous la forme d'un seul signal; si la voie 2 est inversée CH1 – CH2 sera affiché. CH2 – CH1 est impossible. Pour un résultat correct, les réglages des 2 boutons VOLTS/DIV doivent être identiques. La position verticale de la trace peut être modifiée par les 2 boutons POSITION [5]. Voir le paragraphe correspondant dans la première partie de ce manuel pour plus d'information, car l'utilisation de ce mode nécessite beaucoup d'attention afin d'éviter les erreurs de mesure.

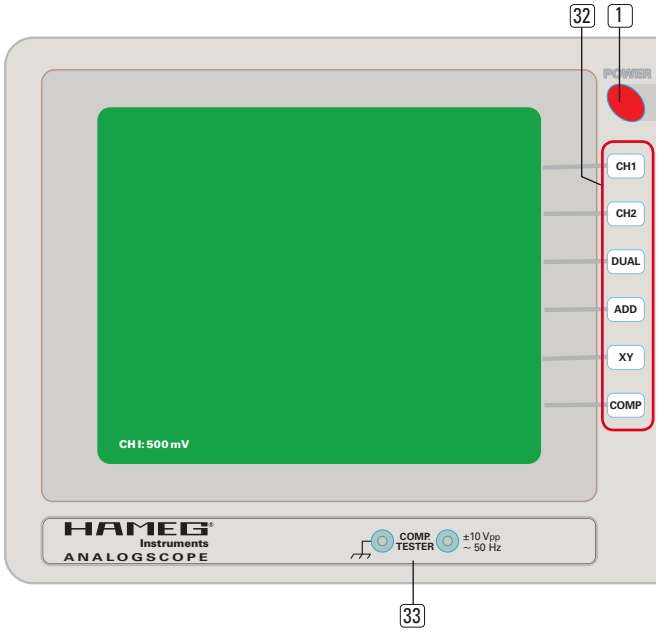
XY:
Cette touche a une double fonction: soit elle sélectionne le mode XY, soit elle permet l'accès aux paramètres de la mémoire 5. Si le mode XY est actif, la LED s'allume.

Mode XY: Les indications suivantes sont désactivées en mode XY :
1 le calibre de la base de temps
2 l'indication de la source, du front, du couplage et de la durée d'inhibition
Les éléments de commandes correspondant à ces indications sont également désactivés. Le bouton POSITION 1 [5] et TRIGGER LEVEL [10] sont aussi désactivés. Le réglage de la position horizontale s'effectue avec le bouton X-POSITION [13].

COMP:
Cette touche a une double fonction: soit elle sélectionne la fonction Testeur de Composants, soit elle permet l'accès aux paramètres de la mémoire 6. Si le mode Testeur de Composants est actif, la LED s'allume. En appuyant sur n'importe qu'elle autre touche la fonction Testeur de Composants est désactivée.

Fonctionnement du Testeur de Composants
La touche COMP permet de passer du mode oscilloscope au mode testeur de composants et inversement. La dernière configuration de l'oscilloscope est restituée en quittant le mode testeur de composants. Voir aussi le chapitre «Testeur de composants». Dans ce mode, les commandes et LED suivantes sont importantes:
- touches ADJUST – / + [2] et LED associées: INTENS, FOCUS, et TRACE [3]
- bouton X-POSITION [13].

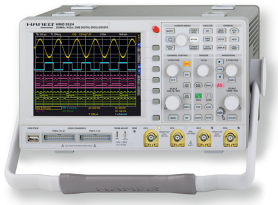
Le contrôle des composants électronique s'effectue entre 2 bornes. Le composant à tester est connecté aux 2 prises situées sous l'écran à l'aide de douilles de 4 mm.



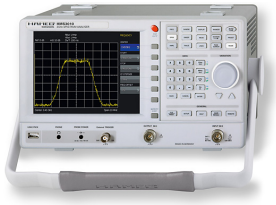
[33] **COMPONENT TESTER** – 2 prises avec douilles bananes de 4 mm
Le composant à tester est connecté à ces 2 prises, la prise de gauche est connecté au châssis et donc à la masse. Pour les mesures DC et basse fréquence, elle sert de prise de terre.

HAMEG®
Instruments
A Rohde&Schwarz Company

Oscilloscopes



Spectrum Analyzer



Power Supplies

Modular System
Series 8000

Programmable Instruments
Series 8100

41-0400-0040

authorized dealer

www.hameg.com

Subject to change without notice
41-0400-0040 (4) 10022009-gw
© HAMEG Instruments GmbH
A Rohde & Schwarz Company
® registrierte Marke

DQS-Zertifikation: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Tel +49 (0) 61 82 800-0
Fax +49 (0) 61 82 800-100
vertrieb@hameg.com